

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM ABATEDOURO DE AVES: UM
ESTUDO DE CASO NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Gustavo Blaziza Borghi

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM ABATEDOURO DE AVES: UM
ESTUDO DE CASO NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Gustavo Blaziza Borghi

**Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental**

**Orientador
Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'anna**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008**


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L) EM ABATEDOURO DE AVES:
UM ESTUDO DE CASO NO INTERIOR DE SP**

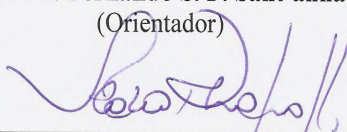
GUSTAVO BLAZIZA BORGHI

**Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos
para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental – TCC II**

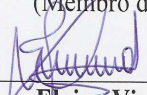
BANCA EXAMINADORA :



Prof. Dr. Fernando S. P. Sant'anna
(Orientador)



Prof. Dr. Flávio Rubens Lapolli
(Membro da Banca)



Elaine Virmond
(Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008**

“Dedico este trabalho à minha mãe; meus irmãos; meus amigos e a todos aqueles que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização de um sonho”.

RESUMO:

As atuais reações da natureza frente às agressões ao meio ambiente, provocadas pelo atual modelo de produção industrial, tornam clara a necessidade de uma mudança urgente de paradigma. Como solução, as indústrias estão cada vez mais procurando aumentar a eficiência de seus processos, melhorar a imagem perante o público, reduzir custos, aumentar a participação nos mercados e diminuir o risco de acidentes ambientais, atitudes estas preconizadas pelo Programa de Produção Mais Limpa.

A partir de um estudo de caso, o presente trabalho aborda o levantamento de oportunidades de PmaisL que possam vir a ser implementadas em um abatedouro de aves, bem como apresenta um estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental para as mesmas. O foco de avaliação situou-se no consumo de água, geração de resíduos orgânicos, geração de efluentes e, a metodologia empregada, é aquela definida nos manuais do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) e da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Como resultado, apenas uma oportunidade, referente ao consumo de água, não apresentou-se economicamente viável, sendo que as demais oportunidades de PmaisL foram atrativas.

ABSTRACT

The current nature reactions in environment aggressions, provoked by current model of industrial production, become clear the need of a urgent paradigm change. How solution, the industries are looking to grow the efficiency of their process, improvement image for the public, to reduce costs, increase participation in markets and decrease environmental's accidents risks, acts that are recommended by Cleaner Program (CP).

From a case study, this about removing opportunities Pmais L, which may be implemented in a meats industry, and presents a technical feasibility study, economic and environmental. Study focus was in water consumption, generation of organic waste, industrial effluent, and the methodology employed, was that defined in book of the National Centre of Clean Technologies (CNTL), and the Company's Technology Environmental Sanitation (CETESB). As result, only an opportunity, for the consumption water, appears economically impracticable, but other opportunities pmaisl were attractive.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. Histórico.....	10
2.2. Definição.....	10
2.3. Benefícios da adoção de P+L.....	11
2.4. Níveis de aplicação da P+L.....	11
2.4.1. Redução na fonte.....	12
2.4.2. Reciclagem Interna.....	12
2.4.3. Reciclagem Externa.....	12
2.5. Implementação de um programa de Produção Mais Limpa.....	12
2.6. Estudo de caso.....	15
2.7. Abatedouro de aves/Pontos de Implementação de Tecnol. PmaisL.....	16
2.7.1. Consumo de Água.....	16
2.7.2. Consumo de Energia.....	16
2.7.3. Uso de produtos químicos.....	17
2.7.4. Efluentes Líquidos.....	17
2.7.5. Resíduos Sólidos.....	18
2.7.6. Emissões Atmosféricas e Odores.....	18
2.7.7. Ruído.....	19
2.8. Medidas de P+L passíveis de implementação em um abatedouro.....	19
2.8.1. Uso Racional da Água.....	19
2.8.2. Minimização dos Efluentes Líquidos e Carga Poluidora.....	20
2.8.3. Uso Racional de Energia.....	21
2.8.4. Resíduos Sólidos.....	21
2.8.5. Emissões Atmosféricas e Odores.....	22
2.8.6. Ruído.....	22
2.9. Etapas do Processo Produtivo.....	22
3. MATERIAIS E METODOLOGIA.....	25
3.1. Descrição do Local de Pesquisa.....	25
3.2. Equipamentos Utilizados.....	25
3.3. Metodologia.....	25
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	26
4.1. Consumo de Água.....	27
4.1.1. Vasos Sanitários.....	27
4.1.2. Torneiras.....	29
4.1.3. Esteiras.....	32
4.2. Resíduos Orgânicos.....	34
4.2.1. Introdução.....	34
4.2.2. Custo Total com Resíduos.....	38
4.2.3. Desenvolvimento do projeto.....	39
4.2.4. Custo Futuro com Operação do Sistema.....	40
4.2.5. Destinação e oportunidades de redução na fonte.....	41

5. PROJETO DE SEPARAÇÃO DAS LINHAS DE EFLUENTES.....	41
5.1 Situação anterior à separação das linhas.....	42
5.1.1. Tratamento Primário.....	42
5.1.2. Tratamento Secundário.....	42
5.2. Situação com a separação das linhas.....	44
5.2.1. Tratamento Físico-Químico.....	44
5.2.2. Tratamento Secundário.....	46
5.3. Investimento.....	48
5.4. Resultados.....	48
5.4.1. Custo com Tratamento de Efluentes.....	48
5.4.2. Eficiência do Sistema.....	49
5.4.3. Comparativo Antes x Depois.....	49
6. OUTRAS OPORTUNIDADES DE MELHORIAS NO SISTEMA.....	50
6.1. Redução do Consumo de Energia Elétrica.....	50
6.2. Cobertura da Lagoa 1.....	51
6.3. Lavador de Gases.....	51
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	52
8. GLOSSÁRIO.....	52
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Há cerca de 60 anos, logo após o término da Segunda Guerra Mundial, surgiu a terceira e mais importante Revolução Industrial. As atividades fabris iniciadas desde então proporcionaram cada vez mais conforto e praticidade aos seres humanos, sempre fazendo o uso de matérias primas e gerando algum tipo de resíduo, efluente ou emissão. Com o surgimento da legislação ambiental e o fortalecimento dela no tocante à fiscalização, os resíduos, efluentes e emissões passaram a receber atenção especial por parte das indústrias.

Nesta época, as técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados nas mais diversas atividades do setor industrial apenas visavam tratamento e destinação final dos mesmos, sem se preocupar com a sua geração, ou seja, eram técnicas popularmente conhecidas como “fim de tubo”. Tal tipo de comportamento perdurou até o final do século passado, quando houve uma mudança de paradigma, e o resíduo, antes visto como um problema dentro de uma organização, passou a ser encarado como um forte indicativo da ineficiência do processo industrial.

O princípio que surgiu desde então foi o da prevenção, que modificou a abordagem convencional de “o que fazer com os resíduos” para “o que fazer para não gerar esses resíduos” (CNTL, 2003a).

Assim, surge o conceito de Produção Mais Limpa, definido pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – UNIDO como sendo “*a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva a um processo industrial, com a finalidade de aumentar a eficiência do mesmo*”. É conhecido pela sigla PmaisL ou simplesmente P+L, e foi criado a partir da percepção de que alguns ajustes no processo produtivo permitiriam a redução da emissão/geração de resíduos diversos, podendo ser feitas desde pequenas reparações no modelo existente até a aquisição de novas tecnologias.

No Brasil este princípio se fortaleceu a partir do ano de 1995, quando a UNIDO, através do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), escolheu o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) do estado do Rio Grande do Sul para sediar o 10º Centro Nacional de Produção Mais Limpa (CNTL) de um total de vinte e três centros instalados ao redor do mundo.

A criação dos CNTL's visa formar uma rede de profissionais e instituições com o intuito de facilitar a transferência de informações e tecnologias às empresas, permitindo que as mesmas possam incorporar as técnicas de Produção Mais Limpa nos seus sistemas de gerenciamento ambiental (CNTL, 2003b).

O objetivo geral do presente trabalho é avaliar as oportunidades de PmaisL existentes e passíveis de implementação em um abatedouro de aves. Por outro lado, os objetivos específicos são: análise do fluxograma do processo, levantamento dos principais aspectos e impactos ambientais da atividade, seleção do foco e indicadores de desempenho, avaliações (técnica, econômica e ambiental) e proposição de melhorias PmaisL no sistema produtivo.

Além disso, a realização do presente trabalho tem por finalidade a difusão do conceito de PmaisL, demonstrando às empresas e à sociedade de um modo geral, que a adoção dessa tecnologia não representa um custo adicional, e sim uma redução de custos com conseqüente aumento da lucratividade. Além disso, a adoção de um programa desse cunho atua contribuindo com a promoção da saúde ocupacional e com o desenvolvimento sustentável.

Em um primeiro momento será feita uma descrição detalhada sobre a PmaisL, abordando seus benefícios, etapas de implantação, as dificuldades enfrentadas, as tecnologias disponíveis no mercado, dentre outras questões pertinentes. Posteriormente, será apresentado um estudo de caso em um abatedouro de frangos, descrevendo o local de estudo, as etapas do processo produtivo, matérias-primas envolvidas, produtos/subprodutos/resíduos que são gerados, técnicas de tratamento/disposição/reuso existentes, eficiência energética do sistema, dentre outros pontos. Em seguida, serão mescladas as duas partes mencionadas, a fim de propor a implantação das técnicas de PmaisL no abatedouro de aves objeto do estudo de caso.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico

Conforme mencionado na introdução, percebemos que historicamente houve uma evolução com relação às questões ambientais. Nas décadas de 1950 e 1960, por exemplo, início do período da industrialização, as organizações se preocupavam apenas na disposição de seus resíduos, lançando-os ao meio ambiente sem qualquer tipo de tratamento e usando o princípio da diluição.

Já nas décadas de 1970 e 1980 o cenário começa a mudar em virtude da criação de agências ambientais e do surgimento da legislação ambiental. Começa a haver uma maior responsabilidade empresarial e uma atitude reativa para o cumprimento das normas ambientais. São aplicadas as técnicas de tratamento de resíduos, efluentes e emissões, técnicas estas conhecidas como “fim de tubo”, cuja denominação advém do fato de apenas se preocupar com os resíduos no final do processo produtivo.

Finalmente, na década de 1990, ocorre uma forte mudança com o surgimento do princípio da Prevenção à Poluição e o programa de Produção Mais Limpa. As empresas passam a se preocupar ainda mais com a causa ambiental, com a saúde ocupacional de seus funcionários, eficiência do processo e com as externalidades, ao mesmo tempo em que as pressões dos órgãos ambientais aumentam através de fiscalizações e multas aplicadas.

Assim, aquele modelo proposto nas tecnologias de fim de tubo que visava dar uma solução para o problema sem questioná-lo evolui para um modelo de estudo direcionado para as causas da geração de resíduos e o entendimento das mesmas. Atualmente, quando um resíduo é gerado, surgem perguntas do tipo “de onde ele vem?”, “como ele é gerado?”, “quando ele é gerado?”, ao invés do modelo antigo que apenas tinha em mente questionamentos do gênero “o que devo fazer com o resíduo?”, “onde devo dispô-lo?”. Fica evidente que o resíduo, antigamente visto como um problema, passa a ser encarado como uma oportunidade de melhoria.

2.2 Definição

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, órgão ligado à Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, o conceito de PmaiL pode ser resumido como *“uma série de estratégias, práticas e condutas econômicas, ambientais, e técnicas que evitam ou reduzem a emissão de poluentes*

no meio ambiente por meio de ações preventivas, ou seja, evitando a geração de poluentes ou criando alternativas para que sejam reutilizados ou reciclados” (CETESB, 2002). Assim, podemos dizer que são estratégias aplicadas a processos, produtos e serviços que visam aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, bem como a eliminação do uso de matérias-primas potencialmente tóxicas ao ser humano ou ao meio ambiente.

Por outro lado, a definição de PmaisL do CNTL diz que *“são ações que são implementadas dentro da empresa com o objetivo de tornar o processo mais eficiente no emprego dos seus insumos, gerando mais produtos e menos resíduos”*.

Percebe-se que ambas as definições convergem para um mesmo foco, que tem por objetivo eliminar ou reduzir emissões para o meio ambiente e otimizar o uso de matérias-primas, água e energia, tendo como única diferença o fato de a CETESB (2002) apresentar a PmaisL sob a denominação de Prevenção à Poluição (sigla P2). Porém, o CNTL (2003a) afirma que os termos são sinônimos, e a única distinção entre os termos é a geografia, já que o termo Prevenção à Poluição é mais empregado na América do Norte, enquanto o termo Produção Mais Limpa é utilizado em outras partes do mundo.

2.3 Benefícios da adoção de PmaisL

Muitos são os benefícios que a adoção de um programa de PmaisL pode trazer às empresas e à sociedade de um modo geral, dentre eles se destacam:

- ✓ Aumento da conscientização ambiental dos funcionários;
- ✓ Redução dos custos de produção;
- ✓ Aumento da eficiência e competitividade;
- ✓ Diminuição dos riscos de acidentes ambientais;
- ✓ Melhoria das condições de saúde e segurança do trabalhador;
- ✓ Melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores, poder público, mercado e comunidades;
- ✓ Ampliação de suas perspectivas de atuação no mercado interno e externo;
- ✓ Maior acesso a linhas de financiamento;
- ✓ Melhoria do relacionamento com os órgãos ambientais e com a vizinhança local;
- ✓ Eliminação de desperdícios.

2.4 Níveis de aplicação da PmaisL

De acordo com o manual “Princípios Básicos de Produção mais Limpa em Matadouros Frigoríficos” (CNTL, 2003.a), a implementação de um programa de PmaisL pode se dar em três níveis de aplicação:

- ✓ Nível 1 - Redução na fonte;
- ✓ Nível 2 - Reciclagem interna;
- ✓ Nível 3 – Reciclagem externa.

A seguir, será detalhado cada um dos níveis supracitados.

2.4.1. Redução na Fonte

Este nível visa solucionar os problemas na fonte geradora através de modificações que podem ser tanto no produto como no processo de produção. As modificações podem incluir:

- ✓ A substituição de materiais ou do produto em si;
- ✓ Modificações de design;
- ✓ Melhor aproveitamento de matérias-primas;
- ✓ Aumento da vida útil do produto;
- ✓ Viabilização do retorno de produtos;
- ✓ Uso de matérias recicláveis ou recicladas;
- ✓ Redução e/ou substituição de componentes críticos.

As mudanças no processo produtivo geralmente são as medidas economicamente mais interessantes e mais facilmente aplicáveis. Além disso, são inúmeras e variáveis, dependendo do tipo de processo produtivo. A seguir, são apresentados alguns exemplos de PmaisL que podem ser agregados no processo produtivo:

- ✓ Eliminação das perdas;
- ✓ Reorganização dos intervalos de limpeza;
- ✓ Mudança na dosagem de produtos;
- ✓ Treinamento e capacitação de pessoal;
- ✓ Substituição de produtos;
- ✓ Utilização de tecnologias sustentáveis.

2.4.2. Reciclagem Interna

Quando os resíduos não podem ser evitados através da redução na fonte, procura-se integrá-los ao processo produtivo, utilizando-os novamente como matéria-prima após processo de tratamento ou separação, ou ainda, utilizá-los com propósitos inferiores à sua utilização original dentro da empresa.

2.4.3. Reciclagem Externa

Se ainda houver resíduos que não podem ser reciclados dentro da empresa, deve-se optar por medidas de reciclagem fora da mesma. Tais medidas podem ser a reintegração ao ciclo biogênico, por exemplo, a compostagem; ou recuperação de materiais para outros processos fora da empresa.

2.5 Implementação de um Programa de Produção Mais Limpa

Ao decidir pela adoção de um programa de PmaisL, a organização deve obedecer a uma sequência de etapas recomendadas que são fundamentais para o sucesso e bom desempenho do programa.

Tudo se inicia com a sensibilização da gerência, já que o comprometimento da alta direção da empresa é fundamental no sentido de transmitir ao corpo funcional o entusiasmo e a importância do que será feito. A CETESB (2002) recomenda que seja feita uma “Declaração de Intenções” com a finalidade de formalizar e divulgar este comprometimento perante funcionários, fornecedores e clientes, e também os objetivos e prioridades gerais.

O segundo passo sugerido é a identificação de barreiras à implementação do programa, busca de soluções para superá-las, e o estabelecimento da amplitude do programa, ou seja, se o programa será restrito a um único setor ou se ele será estendido a toda empresa (CNTL, 2003a).

Posteriormente, é a vez de formar o ecotime, equipe responsável por conduzir o desenvolvimento, implementação, monitoramento e dar continuidade ao programa de PmaisL. Caracteriza-se por ser um grupo de trabalho composto por funcionários de diferentes setores da empresa, onde deve ser escolhido um líder, responsável pela coordenação das atividades. Além disso, o ecotime deve procurar possíveis maneiras de aumentar a eficiência e diminuir a geração de resíduos, emissões e perda de energia. A descoberta de oportunidades depende do conhecimento e criatividade dos membros da equipe.

Em seguida, é a vez do ecotime enumerar as metas e objetivos do programa, assim como desenvolver meios para que todo o corpo funcional da empresa participe. Tais meios podem ser reuniões, cartazes, eventos, palestras, apresentação de vídeos, etc. Sobre os objetivos, a CETESB (2002) sugere que eles sejam compatíveis com aqueles que foram estabelecidos na Declaração de Intenções. Também é importante que se tenha em mente a distinção entre objetivo e meta: por exemplo, a indústria estabelece como objetivo otimizar o reuso de água e como meta um aumento de 30% na recirculação da água em seu interior. Portanto, meta é uma quantificação de um objetivo.

Dando seqüência aos trabalhos, o ecotime deve elaborar um cronograma de atividades e o fluxograma do processo produtivo. O cronograma estabelece todas as etapas a serem desenvolvidas no transcorrer do programa, bem como os prazos a serem cumpridos e os envolvidos na execução de cada atividade. Já o fluxograma caracteriza-se por ser uma das etapas mais importantes dentro do programa PmaisL, pois permite a visualização e definição do fluxo de matérias-primas, água e energia, e a geração dos resíduos/efluentes/emissões emanados durante o processo produtivo. O material da CETESB (2002) recomenda ainda que o fluxograma deva conter informações acerca dos parâmetros de operação (temperatura, taxas de consumo, vazão) e pontos conhecidos onde possa haver perdas de água ou outras substâncias pertinentes, por processos de evaporação, escoamento, vazamento, ou até mesmo por má operação. Ele auxilia no processo de avaliação das entradas e saídas, permitindo a quantificação das perdas e emissões, assim como contribui na seleção do foco de avaliação.

Para a seleção do foco de trabalho é necessário realizar a etapa de diagnóstico ambiental, onde no final se elabora uma planilha com os principais aspectos selecionados. O diagnóstico ambiental quantifica as entradas e saídas da empresa, revela dados relativos à estocagem, acondicionamento e armazenamento, além de traçar um panorama da situação ambiental da empresa. Feito isso, a seleção do foco de avaliação leva em conta quatro critérios descritos pela CNTL (2003a): toxicidade,

quantidade, regulamentos legais ou custo. O ecotime deve analisar cuidadosamente cada um deles.

Selecionado o foco de avaliação, é hora de fazer o balanço de material. Os itens avaliados são aqueles da atividade de diagnóstico ambiental, o que possibilita uma comparação entre os dados existentes antes da implementação do programa de PmaisL aqueles levantados pelo programa.

Através da quantificação obtida com o balanço de material o ecotime passa a avaliar as possíveis causas de geração de resíduos e emissões pela organização. São avaliadas as questões de ordem operacional, questões relativas às matérias-primas, aos produtos, ao capital circulante, indícios das causas que possam contribuir para a geração de resíduos, gestão de recursos humanos, fornecedores e parceiros comerciais, além de parâmetros do processo (CNTL, 2003a).

O manual da CETESB propõe também que sejam feitos levantamentos de indicadores de desempenho que não apenas levem em conta o que foi explicitado pelo CNTL. Por exemplo, podem ser feitas análises acerca do consumo de água por unidade de produção, número de licenças médicas por doenças ocupacionais e até mesmo o levantamento do número de funcionários treinados e capacitados para a prática das técnicas de P+L.

De posse das causas de geração de resíduos e emissões, o ecotime está pronto para identificar quais as opções de PmaisL que podem ser empregadas. Existem duas maneiras de emprego dessas técnicas: a minimização de resíduos, efluentes e emissões a partir da geração na fonte, ou a reutilização dos mesmos através da reciclagem interna e externa. Conforme recomenda o CNTL (2003a), deve ser dada prioridade às primeiras, e estas modificações que visam redução na fonte podem ser subdivididas em modificações no produto ou modificações no processo.

A modificação de produto geralmente é de complicada implementação, pois se trata de uma abordagem complexa que envolve aceitação pelos consumidores de um novo produto. Só é adotada quando forem esgotadas as opções que envolvem modificações no processo.

Por outro lado, a modificação no processo é onde atua a maior parte das técnicas de PmaisL. Tais técnicas podem ser do tipo: boas práticas operacionais, utilização cuidadosa de matérias-primas e materiais auxiliares, operação adequada de equipamentos, melhor organização interna, substituição de matérias-primas e materiais auxiliares, assim como modificações tecnológicas. Quando forem feitas modificações dessa envergadura, é importante que se faça entrevista com operadores dos processos produtivos, encarregados e engenheiros, pois eles poderão fornecer maiores informações visto que estão em contato diário e direto com os procedimentos operacionais.

O manual da CETESB (2002) menciona que durante o levantamento de tecnologias a serem implementadas, podemos ter a adoção de operações simples, ou seja, medidas que podem ser implantadas no início do programa e se caracterizam por apresentar baixo custo. Compreendem: melhores práticas operacionais, implementação de um programa de manutenção preventiva e de controle de vazamentos/derramamentos, controle do estoque, e substituição de insumos por alternativas menos tóxicas. Por outro lado, para as medidas que envolvem custos de investimentos em capital e instalações iniciais, deve ser feito um estudo econômico, empregando índices de lucratividade como período de retorno do capital investido, valor presente líquido ou outros índices utilizados na matemática financeira.

A próxima etapa consiste em realizar a avaliação técnica, ambiental e econômica das opções de PmaisL encontradas visando o uso eficiente de matérias-primas, água, energia e outros insumos pertinentes, além da não geração, reciclagem interna/externa, e minimização dos resíduos/efluentes/emissões. A avaliação econômica é considerada parâmetro chave por apresentar a viabilidade econômica de uma certa medida de PmaisL. Com base nessas avaliações, o ecotime encontra-se seguro para fazer a seleção das oportunidades viáveis de PmaisL. As medidas que não forem nem técnica nem economicamente viáveis devem ser adiadas, e as que forem selecionadas deverão ser priorizadas e implementadas criando-se fundos de capital específicos para a execução do programa.

O próximo passo é preparar o plano de implementação e posteriormente implementar as oportunidades de PmaisL. O CNTL (2003a) sugere que os planos de implementação e monitoramento sejam feitos conjuntamente e divididos em 4 estágios: Planejamento, preparação, implementação e, registro e análise de dados.

A última etapa é o plano de avaliação dos resultados, monitoramento e manutenção do programa de PmaisL. É nesse momento que são verificados os benefícios e ganhos advindos da implementação do programa, sob a ótica ambiental e econômica. Além disso, são avaliados também os problemas e barreiras que foram encontradas durante a fase de implementação. Porém, não basta apenas que a organização implemente o programa PmaisL, pois é necessário também que ela dê continuidade ao mesmo, realizando o aperfeiçoamento contínuo, mantendo todo o corpo funcional engajado, além de propor novos objetivos e metas. Isso permitirá a identificação de novas oportunidades de PmaisL assim como a melhoria das medidas implantadas e que estão em curso dentro da empresa.

A CETESB (2002) sugere que se o programa não alcançar os resultados esperados, o ecotime deve rever todas as etapas, tentar identificar as causas do insucesso e propor medidas corretivas reiniciando o programa.

2.6 Estudo de caso

No presente trabalho, será abordado um estudo de caso de Produção Mais Limpa em um abatedouro de aves. Segundo Yin (1993), estudo de caso é *“uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto natural, em situações em que as fronteiras entre o contexto e o fenômeno não são claramente evidentes, utilizando múltiplas fontes de evidência”*, ou seja, menciona que o estudo de caso, sendo algo contemporâneo, distingui-se dos estudos históricos onde a evolução temporal é o foco de maior relevância, sem deixar de lado a hipótese de que não se recorra a coisas do passado para explicar o presente.

Para o autor, existem três situações as quais o estudo de caso é indicado.

A primeira delas é quando o caso em questão é crítico para testar uma hipótese ou teoria previamente explicitada. Menciona a existência de barreiras nas organizações e a sua relação com o fracasso e com a teoria da inovação.

A segunda situação é quando existe um estudo de caso raro ou único que deve ser estudado profundamente. Cita como exemplo os casos de Psicologia Clínica, quando algum paciente vem a apresentar distúrbios de comportamento extremamente raros, cuja ciência ainda não criou teorias explicativas.

A terceira e última situação descrita pelo autor são os casos denominados por ele de reveladores, que ocorrem quando há uma situação ou fenômeno até o momento não abordado pela investigação científica.

Yin ainda menciona que os estudos de caso podem ser utilizados como estudos-piloto ou para etapas exploratórias de pesquisas pouco investigadas. Nesse caso, o estudo de caso deve ter parâmetros justificativos da escolha aprofundada da abordagem do problema de pesquisa. Por tratar de fenômenos carentes de investigação, o estudo deve levar à identificação de categorias de observação ou geração de hipóteses para estudos posteriores.

Os estudos de caso mais comuns são aqueles em que se focalizam apenas uma unidade, a qual pode ser desde um indivíduo, um pequeno grupo, um programa, um evento, ou até mesmo uma instituição (indústria). Porém, eles ainda podem focalizar casos múltiplos, onde vários estudos são conduzidos simultaneamente (várias instituições, vários indivíduos, etc).

No presente trabalho, teremos um estudo de caso unitário e que se enquadra na primeira situação explicitada por Yin.

2.7 Abatedouros de Aves/Pontos de Implementação de Tecnologias de PmaisL

Segundo dados da Associação Brasileira dos Criadores de Aves, o Brasil é atualmente o terceiro maior produtor mundial de aves, perdendo apenas para os Estados Unidos da América e China. Santa Catarina é o estado responsável por 80% do abate e industrialização, onde estão os principais frigoríficos do país (COTTA, 2003).

Segundo o mesmo autor, para cada ave abatida são consumidos em média 25 litros de água, gerando 15 litros de efluente líquido. Em virtude de as agroindústrias brasileiras almejarem economia de matéria-prima, aumento na eficiência dos processos, minimização na geração de resíduos, atendimento à legislação, dentre outros fatores, é cada vez maior a adesão aos programas de PmaisL.

2.7.1. Consumo de água

No processo de abate e processamento de aves, a água é utilizada nas mais diversas atividades, como lavagem dos animais, lavagem dos caminhões no momento de descarga do lote, limpeza e esterilização de utensílios e equipamentos, limpeza de pisos/paredes/equipamentos/bancadas, geração de vapor, resfriamento de compressores, nos banheiros, dentre outros. Segundo o CNTL (2003b), de 40 a 50% da água utilizada encontra-se aquecida ou quente (temperaturas que variam de 40 a 85 °C) e cerca de 50% do uso de água é fixo, ou seja independe da produção. Porém, existem usos que dependem de práticas operacionais, as quais podem contribuir significativamente na otimização do consumo de água.

2.7.2. Consumo de energia

A energia consumida no processo produtivo de abate de aves tem a finalidade de refrigeração, produção de ar comprimido, iluminação, operação de máquinas e equipamentos em geral, ventilação, e energia térmica na forma de vapor/água quente com a finalidade de limpeza e esterilização das instalações. A CETESB (2002) cita

que 80 a 85% da energia total necessária em um abatedouro está sob a forma de energia térmica (água quente e vapor d'água), sendo produzida pela queima de combustíveis nas caldeiras. O percentual restante é representado pelo consumo de energia elétrica, tendo como maior parcela desse consumo, a refrigeração do sistema (60%).

Se houver tratamento biológico aeróbio dos efluentes, como por exemplo, sistema de lodo ativado com aeração intensa, haverá um significativo consumo de energia elétrica devido à necessidade de geração de ar comprimido. Além disto, se ocorrer um aumento da carga orgânica na entrada do sistema de tratamento, haverá uma necessidade de maior oxigenação no sistema, aumentando os custos com energia elétrica. Em face disso, havendo um melhor gerenciamento do processo, que possibilite diminuir a concentração de poluentes no efluente, conseqüentemente os custos com tratamento serão menores.

2.7.3. Uso de produtos químicos

Nos frigoríficos os produtos químicos são representados por agentes de limpeza, principalmente detergentes e desinfetantes, e são utilizados na etapa de higienização. A escolha entre um determinado detergente e/ou sanitizante deve ser pensada não apenas na finalidade principal, mas também no tocante aos possíveis efeitos sobre o tratamento dos efluentes líquidos industriais, ou seja, as substâncias presentes devem ser o mais biodegradável possível, visto que resíduos de detergente podem permanecer no lodo da Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI) inviabilizando ou restringindo um possível uso deste.

2.7.4. Efluentes Líquidos

O tratamento de efluentes líquidos gerados no processo de abate e industrialização de aves visa minimizar impactos ambientais e atender à legislação ambiental vigente. Dados do UNEP revelam que cerca de 80 a 95% da água consumida acaba se tornando efluente líquido. Logo, um elevado consumo de água provoca a geração de grandes volumes de efluentes, aumentando os custos com tratamento final.

Os efluentes dos abatedouros caracterizam-se por apresentar:

- ✓ Alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) → 4.500-12.000mg/L;
- ✓ Flutuações de temperatura;
- ✓ Alto conteúdo de nitrogênio e fósforo;
- ✓ Alta Demanda Química de Oxigênio (DQO);
- ✓ Sólidos em suspensão;
- ✓ Oscilações de pH devido o uso de agentes de limpeza;
- ✓ Alta carga orgânica (presença de sangue, gordura, conteúdo estomacal).

Segundo a CETESB (2002), os efluentes líquidos são divididos em “linha verde” e “linha vermelha”. Os de linha verde são os efluentes sem a presença de sangue, ou seja, são aqueles originários da área de recepção das aves, bem como lavagem de pátios e caminhões. Já os de linha vermelha são aqueles que apresentam sangue e são oriundos de várias áreas, do processo de abate em diante. Esta separação tem a finalidade de:

- ✓ Facilitar e melhorar o tratamento primário (físico-químico);

- ✓ Permite remover e segregar melhor os resíduos em suspensão;
- ✓ Diminui a carga poluente a ser removida nas etapas posteriores de tratamento.

Os efluentes das linhas verde e vermelha passam pelos respectivos sistemas de tratamento primário e se encontram no tanque de equalização, onde seguem para a etapa de tratamento secundário e terciário (quando houver).

Segundo NUNES (1996), o tratamento primário ou preliminar tem por objetivo a remoção de sólidos grosseiros, suspensos, sedimentáveis e flotáveis por ação físico-mecânica. É representado pelo gradeamento, peneiramento, caixa de gordura e/ou flotoadores.

Já a equalização do sistema tem por objetivo absorver as variações de vazão, bem como as variações de carga.

O trabalho de NUNES (1996) mostra ainda que o tratamento secundário tem por objetivo a remoção de sólidos coloidais, dissolvidos e emulsionados através da ação biológica. São utilizados processos como as lagoas de estabilização (anaeróbias), processos aeróbios de filme ou processos aeróbios de biomassa dispersa (lodo ativado), lagoas fotossintéticas seguidas de lagoas anaeróbias, ou também lagoas anaeróbias seguida de lagoas aeróbias.

O tratamento terciário, quando existente, tem por objetivo o “polimento” do efluente final, utilizando técnicas que removem nitrogênio, fósforo e microrganismos patogênicos.

Existem outras fontes secundárias de geração de efluentes líquidos, descritas a seguir:

- ✓ Água do lavador de gases da caldeira (sais, fuligem, substâncias orgânicas);
- ✓ Água de resfriamento (contém sais);
- ✓ Água de lavagem de outras áreas que não sejam as produtivas;
- ✓ Esgoto sanitário (áreas administrativas, vestiários e refeitórios);

No Brasil são largamente utilizados processos preliminares como o peneiramento (remoção de penas) e as caixas de gordura. A nível de tratamento secundário utiliza-se a lagunagem, que consiste no emprego de uma série de lagoas: anaeróbia, facultativa e de aguapé. Porém, VON SPERLING (2000b) recomenda a utilização de processo tipo lodos ativados quando não houver espaço físico disponível para a implantação de lagoas. Faz-se uma clarificação físico-química (flotação) seguida do tratamento biológico por lodos ativados.

2.7.5. Resíduos sólidos

Compreendem os resíduos provenientes da Estação de Tratamento de Água (ETA) – lodos, material retido em filtros e resinas, resíduos da ETEI - lodo, material retido no gradeamento e peneiramento), além das cinzas das caldeiras e outros resíduos.

2.7.6. Emissões atmosféricas e odores

As emissões atmosféricas emanadas do processo produtivo podem ser resultado da queima ineficiente de combustíveis fósseis nas caldeiras a fim de gerar vapor, e podem ser constituídas de óxidos de enxofre e nitrogênio (SOx e NOx),

além da presença de material particulado, monóxido de carbono(CO) e gás carbônico (CO₂).

O odor é considerado um forte indicativo de que está acontecendo uma anormalidade no sistema, ou seja, o sistema de tratamento pode ter sido mal dimensionado ou estar sendo mal operado. Além disso, sua causa pode ser devido à atividade anaeróbica nas lagoas de tratamento, processamento de resíduos da graxaria, fezes em decomposição, dentre outras causas.

2.7.7. *Ruído*

A poluição sonora em um abatedouro pode ser originada das operações de corte com serra, operação de produção de frio (refrigeração - uso de compressores), além da operação de produção de vapor através das caldeiras.

2.8. **Medidas de P+L passíveis de implementação em um abatedouro de aves**

2.8.1. *Uso racional de água*

Conforme sugere o manual da CETESB (2002) sobre boas oportunidades de P+L em abatedouro de aves, para uma redução no consumo de água primeiramente é necessário fazer uma medição do consumo total e também consumo de outras partes relevantes. Se preciso for, realizar a aquisição de medidores adequados e de boa qualidade e posteriormente calcular indicativos de consumo (consumo de água/ave abatida, consumo água/kilogramas do produto).

Algumas vezes as melhorias no tocante ao consumo de água envolvem soluções tecnológicas, desde aprimoramento em equipamentos e instalações atuais, até instalação de novos equipamentos. Porém, outras soluções que envolvem uma revisão de práticas operacionais e procedimentos tanto de produção como de limpeza e higienização, podem apontar alguns ganhos no sentido de redução do consumo de água.

O principal fator que afeta o consumo de água em abatedouros são as práticas de lavagem. Técnicas de limpeza a seco devem ser empregadas sempre que for possível antes de qualquer lavagem com água. Compreendem procedimentos de varrição, catação, raspagem e uso de equipamentos que recolhem resíduos a vácuo (aspiradores). Por outro lado, quando do uso de sistemas de limpeza com água, os mesmos devem operar a alta pressão e baixo volume. Além disso, devem ser utilizados fluxos de água descontínuos e intermitentes sempre que possível, bem como adotar sistemas de acionamento automático (pedais, sensores de presença) do fluxo de água durante os procedimentos de lavagem das mãos, esterilização das facas, entre outros.

Outra recomendação é adotar técnicas e/ou sistemas de transporte de subprodutos ou resíduos que não utilizem a água como meio de veiculação. Além disto, as mangueiras devem ser dotadas de gatilhos para controle do fluxo de água e utilizar onde for possível *sprays* ao invés de tubos perfurados.

Outras alternativas desde que permitidas pela inspeção sanitária, sugerem medidas de reúso ou reciclagem de água, como por exemplo:

- ✓ Águas do sistema de resfriamento, descongelamento de câmaras frias e bombas de vácuo podem ser reutilizadas na lavagem de caminhões e pátios;

- ✓ Efluente tratado final pode ser utilizado nas áreas externas ou onde possível;
- ✓ Água do condensador do sistema de refrigeração e da purga das caldeiras também podem ser reutilizadas.

É importante salientar que o reuso/reciclagem de água implica em investimento inicial para a separação, coleta, armazenamento, tratamento e distribuição até o ponto de utilização. Em virtude disto, é necessário verificar as vantagens e desvantagens, os custos envolvidos, além da segurança dos produtos.

O uso de água portátil deve ser empregado somente onde for realmente necessário, na quantidade certa e sem desperdícios.

2.8.2. Minimização dos efluentes líquidos e carga poluidora

Assim como no parâmetro água, o primeiro passo é realizar uma medição efetiva e cotidiana da quantidade de efluente líquido gerado (bruto) e efluente pós-tratamento (final). Além da medição de volume, devem ser avaliados os parâmetros de concentração de efluentes, como DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxigênio ao final de 5 dias de análise), DQO, nitrogênio total, cloreto e fósforo.

A redução de volume dos efluentes líquidos pode se dar através da redução do consumo de água tratada ou através da redução indireta, ou seja, adoção de medidas de reciclagem/reuso de água. Além disso, é importante lembrar que ocorre uma redução da carga poluidora com a adoção de operações a seco.

O manual da CETESB (2002) ainda traz algumas observações importantes acerca da minimização dos efluentes:

- ✓ As áreas que eventualmente possam ter resíduos e matérias orgânicas carregadas pela água da chuva devem ser cobertas;
- ✓ O sangue é responsável por maior parte da carga orgânica poluente dos abatedouros, por isso seu aproveitamento deve ser maximizado. Dois sistemas de drenos devem coexistir: um sistema de coleta de sangue “limpo” para aproveitamento posterior e outro sistema com drenos para o sistema de tratamento dos efluentes. Após ter sido feita a raspagem sem o uso de água, deve-se iniciar a lavagem com pouca água direcionando o fluxo para o sistema de coleta de sangue. Somente depois, os operadores devem fechar estes drenos e abrir os drenos que dirigem para o sistema de águas residuárias;
- ✓ O pessoal deve ser treinado para que evite deixar cair no piso aparas de carne, ligamentos e tecidos diversos, bem como prover dispositivos para coleta direta;
- ✓ Os drenos/ralos/canaletas de coleta das águas residuárias das áreas produtivas, sempre devem possuir grades e telas a fim de reter todo e qualquer tipo de material sólido. Os operadores devem ser orientados para nunca remover estes dispositivos durante as operações de produção e limpeza, bem como revisá-las sempre para garantir que estejam operando corretamente. O material retido em tais sistemas deve ser removido o mais rápido possível e destinado adequadamente;
- ✓ Gerenciar quantidades de água e produtos de limpeza com foco na sua otimização;

- ✓ Fazer o uso de detergentes alternativos que minimizem impactos no meio ambiente;
- ✓ Verificar outros meios possíveis para o sistema de limpeza e sanitização que possam proporcionar uma otimização sem comprometimento da segurança dos produtos da unidade;
- ✓ Por último, evitar e procurar reduzir o uso de agentes de limpeza e desinfecção à base de cloro ativo, pois este elemento proporciona a formação de compostos halogenados (hidrocarbonetos clorados) que são perigosos e prejudicam o desempenho da estação de tratamento de efluentes industriais.

2.8.3. Uso racional de energia

Para um estudo mais apurado da eficiência do programa P+L no tocante ao consumo de energia, deve-se elaborar indicativos do tipo kiloWatt-hora por unidade abatida ou kiloWatt-hora por tonelada de produto.

O programa de economia de energia pode envolver medidas que demandam nenhum ou pouco investimento. Dentre as medidas que demandam pouco investimento tem-se:

- ✓ Instalação de sensores de proximidade/presença para desligar luzes quando não houver pessoas no local;
- ✓ Isolar termicamente tubulações de aquecimento e refrigeração, visando minimizar trocas de calor com o ambiente;
- ✓ Adoção de lâmpadas mais econômicas;
- ✓ Recuperação de calor residual de correntes quentes.

Por outro lado, as medidas que não demandam nenhum tipo de investimento resumem-se em:

- ✓ Programas de desligamento de luzes e equipamentos quando seu uso não é necessário ou há paradas na linha de produção;
- ✓ Desligar as câmaras frigoríficas por certos períodos ou deixá-las fechadas por algumas horas, como por exemplo, os horários de pico de demanda, onde o custo de energia elétrica é muito maior;
- ✓ Verificar a vedação das câmaras frias;
- ✓ Verificar os sistemas de ar comprimido e de geração/distribuição de vapor a fim de conferir se estão totalmente estanques, bem como procurar vazamentos dentro de um programa de manutenção preventiva;
- ✓ Utilizar a iluminação natural quando for possível (adoção de telhas translúcidas).

Além disso, devem ser empregadas fontes alternativas de energia, como por exemplo as fontes renováveis, biomassa e biogás. Algumas empresas do setor estão usando o sebo e a gordura como combustível nas caldeiras.

2.8.4. Resíduos sólidos

Assim como foi feito para a água, efluentes líquidos e energia, também deve ser feita uma quantificação dos resíduos sólidos gerados na unidade fabril. A Orientação básica de PmaisL para os resíduos, proposta pelo CNTL (2003b) é praticar o princípio dos “3R’s”: Reduzir a geração de resíduos através dos processos

produtivos e operações auxiliares, Reusar os resíduos que forem inevitáveis - aproveitando sem qualquer espécie de tratamento, e Reciclar os resíduos inevitáveis - aproveitar depois de receber um tratamento.

2.8.5 Emissões atmosféricas e odores

O material particulado e os gases têm origem nos processos de combustão que ocorrem nas caldeiras. Para minimizar a geração de tais emissões, o CNTL (2003b) sugere que se opere as caldeiras de forma otimizada e se utilize fontes de energia que proporcionem uma combustão mais limpa.

Já as substâncias odoríferas têm origem na putrefação ou degradação bioquímica de matéria orgânica, e têm correlação com a má gestão de matérias-primas, produtos, resíduos e efluentes. Para combater os odores, os resíduos devem ser recolhidos e acondicionados em áreas secas e cobertas, de preferência fechadas e armazenados pelo menor tempo possível.

2.8.6. Ruídos

Para o controle dos ruídos devem ser instalados equipamentos que emitem ruídos em salas fechadas com isolamento acústico; posicionar as edificações de forma a utilizá-las como barreiras acústicas, aproveitando a topografia do local; manter os equipamentos em bom estado, evitando aumentos de ruído por desgaste ou avarias; e restringir as operações que emitem ruídos para o período diurno, a fim de não gerar incômodos à vizinhança.

2.9. Etapas do processo produtivo

Segundo a Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, o processamento de aves compreende várias etapas, detalhadas a seguir:

* **Recebimento das aves:** É o local onde os caminhões chegam e aguardam o momento para descarregar as aves. O ideal é que o local (galpão) seja ventilado a fim de evitar que as aves não morram devido ao calor excessivo, e para isso pode-se lançar mão do uso de ventiladores para aumentar a circulação de ar. Conforme as aves vão sendo retiradas das caixas, elas são penduradas pelas pernas nas nóreas e vão para a etapa de atordoamento.

* **Insensibilização:** As aves são imobilizadas pelo atordoador ou insensibilizador através do mergulho da cabeça em um recipiente contendo água, atravessada por uma corrente elétrica que gira em torno de 50 Volts (V) para corrente alternada, e 90 V para corrente contínua. COTTA (2003) recomenda voltagens da ordem de 50 a 80 V. Ela deve ser ideal a fim de não causar quebra da asa ou movimentos bruscos, antes da sangria, já que os movimentos reduzem a perda de sangue e dificultam o alinhamento da cabeça para a sangria.

* **Sangria:** é a etapa que consiste no seccionamento das veias jugulares e artérias carótidas, e pode ser tanto manual quanto mecânica. Tem por finalidade

retirar a máxima quantidade possível de sangue da ave, não permitindo sua entrada no tanque de escaldamento. Isso é importante para evitar a alta DBO através da redução da carga orgânica e também aproveitar ao máximo o sangue, já que o mesmo é utilizado na fábrica de farinha de aves (ração).

* **Escaldamento:** A próxima etapa é a escalda das aves em água quente, onde ficam imersas por cerca de três minutos. A temperatura recomendada por COTTA (2003), deve girar em torno de 50°C (quando o produto for destinado a ser comercializado em estado de resfriamento) e 60°C para estado de congelamento. Por outro lado, FACTA (1994) recomenda temperaturas variando de 52 a 54°C, e também menciona a importância da agitação da água quente para: boa penetração na pele das aves e combate à formação de bolsões de água fria no tanque.

* **Depenagem mecanizada:** A depenadeira automática é um equipamento dotado de cilindros munidos de dedos de borracha rugosos e flexíveis. Essa máquina depena as asas, perna, pescoço e carcaça das aves e é recomendado que os depenadores estejam posicionados próximos aos escaldadores para que a temperatura da pele não diminua muito entre uma operação e outra (FACTA 1994).

* **Evisceração:** Nessa etapa, ocorre a secção das patas ou canelas e em seguida, pescoço, papo e retirada da cloaca. Depois é feita a exposição dos órgãos da cavidade abdominal, removendo as vísceras. É nesse momento que entram em ação os técnicos do serviço de inspeção veterinária da fábrica, que tem como tarefa inspecionar as carcaças e vísceras, eliminando parcialmente ou totalmente aquelas que apresentarem anomalias. Em seguida são retiradas a moela, fígado e a carcaça é esvaziada de todos os seus órgãos internos, como pulmões e rins. Por fim, recebe uma lavagem externa e interna com ducha/chuveiro/pistola, visando a remoção de materiais estranhos, como sangue, membranas e fragmentos de vísceras.

* **Resfriamento com gelo:** FACTA (1994) chama este processo de resfriamento com gelo, porém COTTA (2003) classifica como pré resfriamento. Tanto uma denominação como a outra conduzem ao mesmo processo que tem por finalidade reduzir rapidamente a temperatura da carcaça. O processo consiste em emergir as carcaças por cerca de 20 a 30 minutos em uma mistura de água e gelo, num equipamento retangular de aço inoxidável, conhecido como chiller, de onde saem com temperatura em torno de 4°C. Durante a execução desse procedimento, deve-se tomar o devido cuidado para que a carcaça não absorva água demais, não mais que os 8% da sua massa, valor este permitido pela legislação da área. Após deixarem o chiller, as carcaças devem ser colocadas sobre peneiras a fim de sofrer o processo de gotejamento. É importante que a ave perca o excesso de água superficial, visto que se isso não for feito, irá ocasionar prejuízo na sua aparência normal, devido ao fato da água ficar depositada no fundo das embalagens.

* **Corte e Refilagem:** Nessa etapa a carcaça sofre vários cortes visando separar as coxas, peito e asas. Também é feito o refile e desossa destas partes.

* **Embalagem:** Depois de serem classificadas por peso, as carcaças são devidamente embaladas e acondicionadas em caixas de papelão (quando for o caso

de exportação) ou em sacos plásticos com 12 unidades (consumo no mercado interno).

* **Congelamento:** As aves são conduzidas às câmaras de congelamento, onde a temperatura é de menos 30°C e permanecem ali até atingir a temperatura de menos 18°C. Nessa temperatura a sua duração é ilimitada, porém COTTA (2003) menciona que a legislação restringe o consumo para até um ano.

A figura 1, a seguir, mostra o fluxograma do processo produtivo do abatedouro:

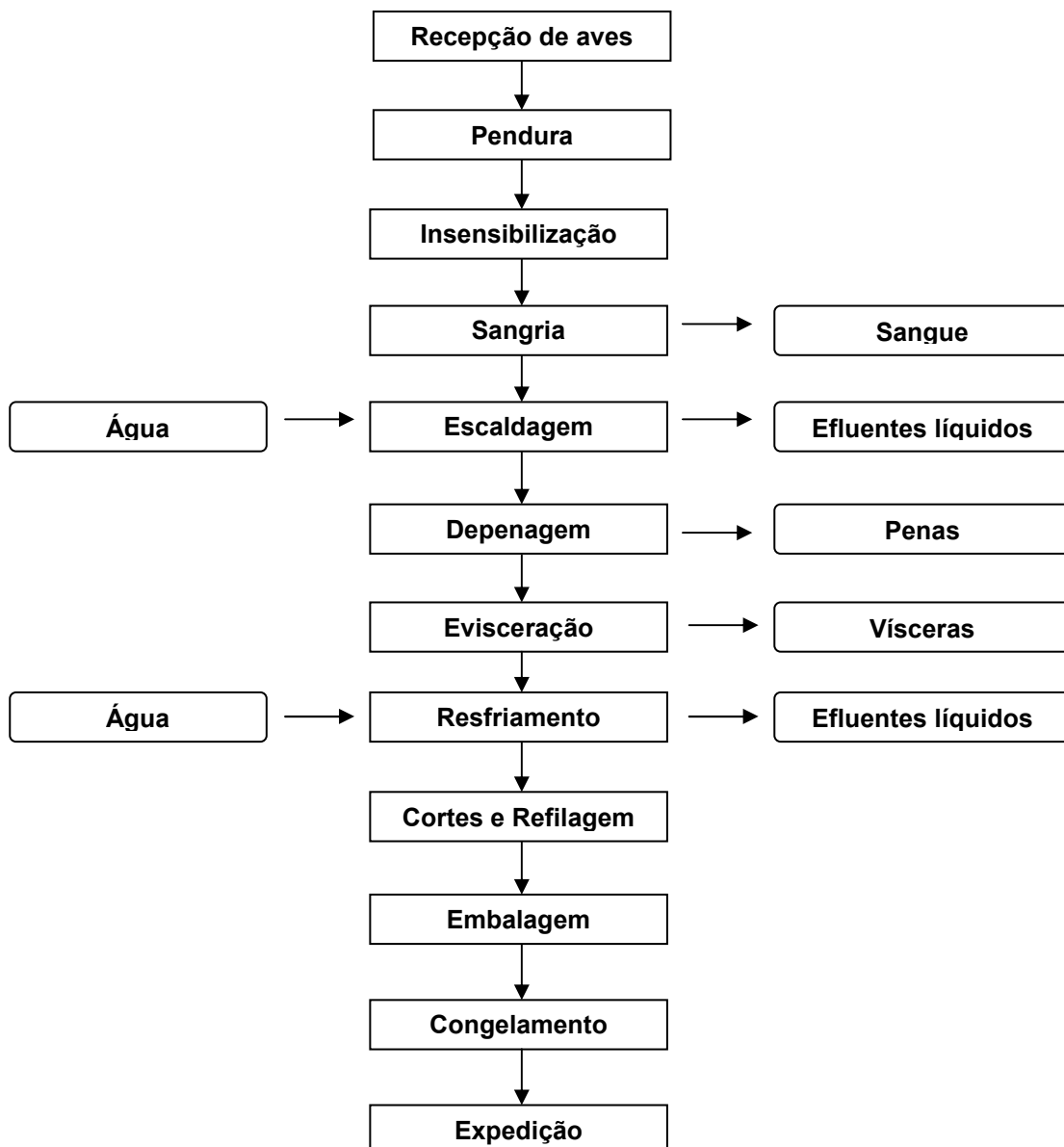


Figura1: Fluxograma sintético do processo produtivo e geração de resíduos

3. MATERIAIS E METODOLOGIA

3.1 Descrição do local de pesquisa

O local objeto do estudo de caso foi um abatedouro de aves situado no interior do estado de São Paulo. Por uma decisão da empresa, o nome não será divulgado, visando preservar sua integridade. Além da atividade de abate e processamento de aves, outros locais como a Central de Incubação e Fábrica de Rações estão relacionados ao processo, foram objetos deste estudo, embora não estejam geograficamente situados junto ao abatedouro. Isso ocorre devido uma questão de segurança sanitária.

Com um abate médio que varia de 150 a 170 mil aves por dia, nessa unidade a empresa tem o mercado externo como absorvedor integral da sua produção.

3.2 Equipamentos utilizados

Os equipamentos utilizados no presente trabalho foram um cronômetro para medir o tempo e uma proveta (1 Litro) para medir a quantidade de água consumida durante a higienização das mãos, e também a quantidade de água consumida nas esteiras. De posse da quantidade de água e tempo, foi possível calcular todas as vazões pretendidas.

3.3 Metodologia

As metodologias empregadas foram as estabelecidas no manual do Centro Nacional de Tecnologias Limpas e nos manuais de Produção Mais Limpa da Companhia de Saneamento e Tecnologia Ambiental (CETESB).

Algumas etapas foram seguidas, porém como se trata de uma sugestão de oportunidades de PmaisL, outras ficaram em aberto. Segue um resumo das etapas sugeridas em tal acervo bibliográfico:

- 1ª Etapa: formação do ecotime – Não realizada;
- ✓ 2ª Etapa: Estudo de todos os fluxogramas do abatedouro, central de incubação e fábrica de rações;
- ✓ 3ª Etapa: Seleção do foco de avaliação;
- ✓ 4ª Etapa: Balanço de material e levantamento de indicadores, definindo as oportunidades de Produção Mais Limpa;
- ✓ 5ª Etapa: Avaliação: Técnica, econômica e ambiental. Seleção das oportunidades viáveis;
- ✓ 6ª Etapa: Implementação, monitoramento e continuidade.

Os cálculos dos períodos de retorno dos investimentos não levarão em conta um estudo financeiro mais aprofundado como depreciação, Imposto de Renda sobre os lucros e Taxa Média de Atratividade (TMA), pois esse não é o foco principal do presente estudo.

Além disso, devemos lembrar que o estudo de caso na referida empresa começou no mês de agosto de 2.008 e perdurou até o presente mês (novembro). Compreendeu as etapas 2 a 6, conseguindo alcançar o objetivo proposto no trabalho.

4. RESULTADOS OBTIDOS

O estudo de caso na referida empresa começou no mês de agosto de 2.008 e perdurou até o presente mês (novembro). Compreendeu as etapas 2 a 6, conseguindo alcançar o objetivo proposto no trabalho.

É importante ressaltar que não houve a formação do ecotime, já que não se trata da implantação do Programa de Produção Mais limpa em si, e sim da sugestão de oportunidades. Porém, na referida empresa existe um grupo de pessoas que acaba colaborando como se fosse um ecotime, e são denominados por monitores ambientais. Tais pessoas são colaboradores dos mais variados setores do abatedouro, bem como fábrica de rações e central de incubação, que tem por função atuar apontando as melhorias que podem ser implantadas no processo, aumentando a sua eficiência e reduzindo possíveis impactos. Essas melhorias, por exemplo, podem ser projetos que venham a reduzir o desperdício de energia elétrica ou ainda, medidas mais simples como apontar vazamentos de água.

A próxima etapa desenvolvida foi a análise dos fluxogramas de produção, dando especial atenção às entradas e saídas do processo. Essa etapa foi primordial na medida em que houve o entendimento global do processo, além dos caminhos percorridos. De posse do fluxograma, fez-se um levantamento dos dados quantitativos disponíveis na empresa. A partir de então, foi realizado um diagnóstico ambiental e elaborada uma tabela com os principais aspectos ambientais da organização. A tabela 1, que pode ser visualizada a seguir, demonstra as principais entradas e foi obtida junto à empresa:

Tabela 1: Entradas para diagnóstico ambiental		
ASPECTO	MÉDIA ANO FISCAL	META
Consumo de água	11,05 m ³ / t abate	< 10,56 m ³ /t abate
Consumo de energia	227,17 kW / t abate	< 230 kW/t abate
Consumo de vapor	37,54 T óleo BPF / t abate	< 45T óleo BPF/t abt.

As saídas, por sua vez, ficam representadas na Tabela 2, abaixo:

Tabela 2: Saídas para diagnóstico ambiental		
ASPECTO	MÉDIA ANO FISCAL	META
Efluentes	101.500 m ³ / mês	100.000m ³ / mês
Resíduos recicláveis	38,485 t / mês	25 t / mês
Resíduos não recicláveis	8,225 t / mês	10 t /mês
Resíduos perigosos	3,41 t / mês	6 t / mês
Resíduos orgânicos	335,42 t / mês	362,27 t / mês

Feito o diagnóstico ambiental, a próxima etapa é a seleção do foco de avaliação. No presente estudo de caso, foram focados em três pontos: consumo de água, geração de efluentes e resíduos orgânicos.

4.1 Consumo de água

A água é um dos principais insumos da atividade de abate e processamento de aves, já que está presente em todas as etapas do processo, seja na higienização, resfriamento, transporte de resíduos, lavagem da carcaça, dentre outros usos.

O consumo diário de água no abatedouro fica em torno de 4.500 m³ de água por dia, e essa água provém de 9 poços instalados ao redor da empresa. O custo do metro cúbico de água gira em torno de R\$ 0,50, custos estes relacionados ao bombeamento e tratamento (cloração). Assim, o custo diário com água tratada fica em torno de R\$ 2.250,00 (0,50 x 4500 m³) e o custo mensal, R\$ 58.500,00 (considerando 26 dias de abate durante o mês).

No presente estudo de caso, foram levantados vários locais onde existe a possibilidade de implementação de medidas que possam diminuir o consumo de água no abatedouro de aves.

4.1.1. Sistema de descargas

O atual sistema utiliza descargas sob acionamento da válvula hidra, as quais demandam grandes volumes de água para desempenhar seu papel. Alguns estudos realizados mostram que uma descarga desse tipo, demanda em média cerca de 20 Litros de água a cada acionamento. Se a válvula encontrar-se desregulada então, esse número pode chegar a 30L ou mais.

Primeiramente, foi feito um levantamento do número de sanitários existentes em todo o abatedouro, totalizando 77. Em seguida, levantou-se o número atual de funcionários da empresa, obtendo-se 2.651 colaboradores, os quais dividem-se em 3 turnos ao longo do dia.

Levando-se em consideração que cada colaborador utiliza-se dos vasos sanitários de 2 a 3 vezes ao dia, teremos como consumo *percapita* de água de 40 a 60L / funcionário. Tomaremos como média, 50 L de água/funcionário.

Sendo assim:

$$\text{Consumo diário total} = 2.651 \times 50 \text{ L} \rightarrow \text{Consumo diário Total} = 132.550 \text{ L.}$$

No mês, considerando em média 26 dias de trabalho, já que a empresa não funciona aos domingos, teremos:

$$\text{Consumo Mensal} = 132.550 \times 26 \text{ dias} \rightarrow \text{Consumo Mensal} = 3.446.300 \text{ L.}$$

Nesse cálculo não foi levado em consideração o consumo de água proveniente de terceiros que realizam os mais diversos tipos de serviços dentro da empresa.

Dentre as alternativas que podem ser adotadas visando reduzir o consumo de água durante o uso dos sanitários, temos a caixa acoplada, caixa de descarga elevada ou ainda, as válvulas de acionamento duplo. O consumo delas é apresentado na tabela 3, abaixo:

Tipo de descarga	Volume médio (L)
Caixa acoplada (CA)	6
Caixa de descarga elevada (CDE)	6
Válvula acionamento duplo (VAD)	3 e 6
Válvula hidra (VH)	20

Tabela 3: Tipo de descargas e respectivas vazões por acionamento.

Como o consumo da caixa acoplada e da caixa de descarga elevada são iguais, adotaremos o sistema de caixa de descarga elevada, pois é um sistema que permite um maior arraste dos sólidos, e no abatedouro em questão os papéis higiênicos são lançados no interior do vaso sanitário para evitar possíveis contaminações no produto.

Realizando o mesmo cálculo para o consumo de 6 L por descarga teremos um consumo diário de água por cada colaborador oscilando entre 12 L e 18 L. Adotaremos o valor médio, ou seja, 15 L / dia . funcionário.

Logo, o Consumo diário total = $2.651 \times 15 \text{ L} = 39.765 \text{ L}$.

Ao longo do mês teríamos: Consumo mensal total = $39.765 \times 26 = 1.033.890 \text{ L}$.

Comparando os dois consumos temos:

Consumo VH = 3.446.300 L/mês e Consumo CDE = 1.033.890 L/mês.

Sabendo que o custo de bombeamento e tratamento (adição de cloro) de cada metro cúbico gira em torno de R\$ 0,50, temos na Tabela 4, a seguir:

Tipo de descarga	Consumo mensal (m³)	Custo de Bomb. e Trat.(R\$/mês)
Válvula hidra	3.446	R\$ 1.723,00
Caixa de descarga elevada	1.033	R\$ 516,50

Tabela 4: Custo de bombeamento e tratamento

Assim, a economia em reais seria:

Economia = $1.723,00 - 516,50 \rightarrow \text{Economia} = \text{R\$ } 1.206,50$

Além disso, considera-se a quantidade de efluente que será evitada, calculada como:

Quantidade de efluente evitada = Consumo VH – Consumo CDE

Quantidade mensal de efluentes evitada = $3.446 - 1.033 = 2.413 \text{ m}^3$

Se o custo de tratamento de efluentes é de R\$ 0,58 por cada metro cúbico, teremos:

Redução mensal no custo de tratamento efluentes = $0,58 * 2.413 = \text{R\$ } 1.399,54$

O custo envolvido na troca de todas as válvulas hidra pelo sistema de caixa de descarga elevada, ficou orçado em R\$ 70,00 por unidade. Conforme mencionado no início, o abatedouro possui 77 bacias sanitárias com tal sistema. Assim, o investimento ficaria em:

Investimento (descarga) = $77 * 70,00 = \text{R\$ } 5.390,00$

Sendo assim:

O montante desperdiçado por mês em descargas sanitárias fica em torno de:

Desperdício total (descarga) = Custo desperdício (água) + Custo trat. Efluente

Desperdício total (descarga) = $1.206,50 + 1.399,54 = \text{R\$ } 2.606,04$

Assim, o retorno do investimento seria de:

Retorno (descarga) = $\frac{\text{Investimento}}{\text{Desperdício}} = \frac{5.390,00}{2.606,04} \approx 2 \text{ meses}$

O que foi calculado acima demonstra apenas os ganhos financeiros se tal mudança for feita, sem mensurar os ganhos ambientais. A economia pode ser ainda maior se forem instaladas válvulas de acionamento duplo, as quais possuem um botão para descarte de efluentes líquido e outro botão para descarte de efluentes sólidos, já que o descarte de efluente líquido demanda metade do volume de água. (cerca de 3 litros).

4.1.2. Torneiras

Nos banheiros constatou-se que todas as torneiras das pias são de fluxo contínuo, conforme visto na Figura 2. O que pode ser feito nesse caso é a instalação de torneiras com aeradores, que nada mais são do que uma espécie de peneirinha ou telas na saída da água que acabam por adicionar bolhas de ar na água. Elas proporcionam sensação de maior vazão, porém fazem exatamente o contrário, gerando economias de até 50% de água.



Figura 2 : Sistema atual de torneiras, sem aeradores

Um levantamento em todo o abatedouro constatou que não existe nenhuma torneira com tal sistema de controle de fluxo de água, nem mesmo em pontos críticos como banheiros e hall de entrada da sala de cortes e evisceração, locais onde a higienização das mãos é pré-requisito para entrada no setor.

Foram feitas medições de tempo que os colaboradores demoram para fazer a higienização das mãos, bem como a quantidade de água consumida durante o processo. Tomou-se como espaço amostral 10 pessoas. O resultado pode ser visto na tabela 5, a seguir:

Colaborador	Tempo gasto (s)	Volume (L)	Vazão (L/s)
1	10,03	1,250	0,124
2	20,03	2,400	0,119
3	10,53	1,300	0,123
4	12,84	1,560	0,121
5	9,16	0,960	0,104
6	8,91	0,930	0,104
7	9,69	0,990	0,102
8	10,91	1,900	0,174
9	5,87	1,000	0,170
10	9,18	1,200	0,130
Média	10,71	1,349	0,125

Tabela 5: Testes de consumo de água para torneiras na sala de cortes

Obteve-se como tempo médio 10,71 segundos, com consumo de 1,349 L de água a cada higienização das mãos, o que nos levou a um cálculo médio de vazão:

$$Q_m = \frac{V}{T} \quad \text{onde: } Q_m = \text{Vazão média (L/s)} \\ V = \text{volume médio (L)} \\ T = \text{tempo médio (s)}$$

$$\text{Assim, } Q_m = 1,349 / 10,715 \rightarrow Q_m = 0,125 \text{ L/s}$$

Sabendo-se que a empresa possui 2.651 colaboradores contratados, sendo que desse total cerca de 2.400 estão envolvidos diretamente com o processo, e considerando que cada funcionário lave as mãos de 2 a 3 vezes ao dia (média de 2.5 vezes), podemos calcular o consumo médio diário de água:

$$\text{Consumo diário de água (atual)} = 2.400 \times 1,349 \text{ L} \times 2,5 = 8.094 \text{ L/dia}$$

$$\text{Custo diário com água (atual)} = 8,094 \times 0,50 \text{ (custo tratamento)} \rightarrow \text{R\$ 4,04}$$

$$\text{Consumo mensal de água (atual)} = 8.094 \times 26 = 210.444 \text{ L/mês}$$

$$\text{Custo mensal com água (atual)} = 210,444 \times 0,50 = \text{R\$ 105,22}$$

Se forem instaladas as torneiras com aeradores, esse consumo irá cair pela metade, ou seja:

$$\text{Consumo diário de água (aeradores)} = 8.094 \text{ L} \times 1/2 = 4.047 \text{ L/dia}$$

Considerando 26 dias de abate ao longo do mês, o consumo mensal de água seria de:

$$\text{Consumo mensal de água (aeradores)} = 4.047 \times 26 = 105.222 \text{ L/mês}$$

Se o custo de bombeamento/tratamento é de R\$ 0,50/m³, teríamos um custo de:

$$\text{Custo mensal} = 105,22 \times 0,50 = \text{R\$ 52,61 / mês}$$

$$\text{Economia} = \text{Custo mensal (atual)} - \text{Custo mensal (aeradores)}$$

$$\text{Economia} = 105,22 - 52,61 \rightarrow \text{Economia} = \text{R\$ 52,61}$$

A Tabela 6, a seguir, apresenta essa comparação:

	Consumo diário de água (L)	Consumo mensal de água (L)	Custo mensal (R\$)
Torneiras atuais	8.094	210.444	105,22
Torneiras c/ aerador	4.047	105.222	52,61

Tabela 6 : *Comparativo entre as torneiras atuais e o sistema de aeradores*

Em se falando de investimentos visando a correção do problema, está a substituição das torneiras convencionais por torneiras com sistema de aeração de

fluxo. O custo de cada substituição ficou orçado em R\$ 50,00 (torneira + mão de obra). Um levantamento em todo abatedouro revelou a presença de 97 torneiras. Assim, o investimento total seria de: Investimento: $50,00 \times 97 = \text{R\$ } 4.850,00$

A economia com água desperdiçada seria de: R\$ 52,61 (105,222 m³/mês)

O custo mensal com tratamento de efluentes seria:

Custo trat. Eflu. = $0,58 \times 105,222 = \text{R\$ } 61,02$

Logo, o montante desperdiçado por mês nas torneiras fica em torno de:

Desperdício total (torneira) = Custo desperdício (água) + Custo trat. Efluente

Desperdício total (torneiras) = $52,61 + 61,02 = \text{R\$ } 113,63$

Assim, o retorno do investimento seria:

Retorno (torneiras) = $\frac{4.850,00}{113,63} = \frac{4.850,00}{113,63} \approx 42 \text{ meses} \approx 3,5 \text{ anos.}$

4.1.3. Esteiras

Ainda, sob a ótica da redução do consumo de água, outro ponto que merece atenção especial são as esteiras onde os colaboradores realizam o processamento manual da carne de frango, cujas atividades compreendem o refil e a desossa das várias partes do frango.

As esteiras são em número de 10, e em cada uma é realizada um tipo de atividade. As atividades compreendem a desossa de coxa, a produção da manta (frango inteiro desossado), refil do peito e retirada da asa. As esteiras possuem em sua parte inferior uma espécie de jato de água que emite um fluxo de água constante para que seja feita a lavagem contínua da superfície por onde as partes são transportadas, conforme pode ser visto na figura 3.



Figura 3: Sistema de lavação das esteiras

O problema está no fato de tais chuveiros de água não serem automatizados com a esteira, e em virtude disso, durante os finais de semana, paradas para almoço, higienização, dentre outros, o fluxo de água continua, mesmo não sendo necessário. Foram feitas medições de vazão nas esteiras, e para isso fixou-se como tempo 5 segundos e com o auxílio de uma proveta mediu-se a quantidade de água de cada esteira, obtendo como resultado o que consta na Tabela 7 a seguir:

Número da Esteira	Atividade	Tempo (s)	Quantidade (L)	Vazões de água (L/s)	Desperdício (L/dia)
1	Desossa coxa	5,0	0,300	0,060	648
2	Desossa coxa	5,0	0,530	0,106	1.144,8
3	Desossa manta	5,0	0,720	0,144	1.555,2
4	Desossa coxa	5,0	0,600	0,120	1.296
5	Desossa coxa	5,0	1,500	0,300	3.240
6	Asa	5,0	0,520	0,104	1.123,2
7	Asa	5,0	0,930	0,186	2.008,8
8	Filé Peito	5,0	0,960	0,192	2.073,6
9	Filé Peito	5,0	1,050	0,210	2.268
10	Pendura Frango	5,0	1,500	0,300	3.240
		Total:	8,61	1,722	18.597,6

Tabela 7: Medição de vazões nas esteiras da sala de cortes

Apenas considerando a pausa para higienização que é realizada durante os intervalos de almoço/jantar/ceia (dependendo do turno de trabalho) e que dura cerca de 1 hora (cada pausa), teremos:

$$\text{Desperdício} = \text{Vazão corrente (L/min)} \times t \text{ intervalo (min)}$$

Os resultados também podem ser consultados na tabela 7, apresentada anteriormente.

O Desperdício total chega a 18.597,6 L de água por dia apenas nas paradas para higienização. Ao longo do mês, considerando 26 dias, teremos:

$$\text{Desperdício mensal} = 18.597,6 \times 26 = 483.537,6 \text{ L ou } 483 \text{ m}^3 \text{ de água.}$$

Se o custo por metro cúbico é de R\$ 0,50, têm-se:

$$\text{Custo desperdício} = 483 \times 0,50 \rightarrow \text{Custo mensal desperdício} = \text{R\$ } 241,50$$

Além disso, se há o consumo de água, há a necessidade de tratar o efluente. Sendo assim, o custo mensal com tratamento de efluentes seria:

$$\text{Custo tratamento efluente} = 483 \text{ m}^3 \times 0,58 \rightarrow \text{Custo trat. Efl} = \text{R\$ } 280,14$$

O montante desperdiçado por mês em cada esteira fica em torno de:

Desperdício total (esteiras) = Custo desperdício (água) + Custo trat. Efluente

Desperdício total (esteiras) = 241,50 + 280,14 = R\$ 521,64

A solução para controlar o desperdício é a instalação de um dispositivo em cada esteira que seja capaz de interromper o fluxo de água quando a esteira tiver seu funcionamento interrompido. Por exemplo, pode-se recorrer à instalação de um controle lógico programável (CLP) e válvulas que através da interface, possibilita o bloqueio do fluxo de água. Um levantamento feito junto ao setor de manutenção da empresa revelou que para cada esteira, o custo fica estimado em torno de R\$ 200,00. Como é um total de 10 esteiras, o investimento ficaria em 2 mil reais.

Assim, o retorno do investimento seria de:

Retorno (esteiras) = $\frac{\text{Investimento}}{\text{Desperdício}} = \frac{2000,00}{521,64} = 3,83 \text{ meses} \approx 4 \text{ meses}$

Logo, as economias resultantes dessas oportunidades de implementação de medidas que visem a redução do consumo de água podem ser resumidas na Tabela 8, a seguir:

Tabela 8: Economias com a adoção das técnicas supracitadas.						
Local	Consumo atual (m³)	Custo atual (R\$) água + efluentes	Consumo P+L (m³)	Custo P+L (R\$) água + efluentes	Economia adoção P+L	PERÍODO DE RETORNO
Vasos sanitários	3.446	3.721,68	1.033	1.115,64	2.606,04	2 meses
Torneiras	210,44	227,27	105,22	113,64	113,63	42 meses
Esteiras	483	521,64	0	0	521,64	4 meses
				Total	3.241,31	

Pela tabela acima podemos observar que dois pontos teriam um rápido retorno do investimento para a empresa, porém o retorno dos custos na substituição das torneiras seria algo que demandaria muito mais tempo. Como geralmente para as empresas um investimento é interessante quando ele não ultrapassa 2 anos (24 meses), ficaria viável a substituição das válvulas hidra e a instalação dos dispositivos nas esteiras.

É importante observar que o período de retorno seria ainda menor caso a água fosse comprada de alguma companhia de abastecimento público, já que as mesmas geralmente praticam tarifas que giram em torno R\$ 10,00 o metro cúbico, ou seja, 20 vezes maior que o custo da empresa. (R\$ 0,50).

4.2 Resíduos Orgânicos

4.2.1. Introdução

Os Resíduos orgânicos são gerados nas mais variadas atividades durante o abate e processamento das aves. Porém, ainda existem outras atividades

correlacionadas que geram quantidade significativa desse tipo de resíduo, como a Central de Incubação, Fábrica de Rações e restaurante.

O projeto de recuperação consiste no processamento desses resíduos com o objetivo de produzir um composto orgânico que possa ter como finalidade a adubação orgânica na agricultura e/ou alimentação animal. Além disso, os custos com transporte e disposição desses reduzidos em aterro serão reduzidos em pelo menos 70% ou mais, dependendo do desempenho do projeto e possibilidade de venda.

Sob a ótica ambiental, outro aspecto primordial será a eliminação do passivo ambiental da empresa, já que esse resíduo não será mais disposto em aterros, voltando assim, ao seu ciclo natural através da recomposição dos nutrientes à natureza.

Para uma estimativa da quantidade média gerada de cada resíduo orgânico, tomaremos o início do ano fiscal 2.008/2.009, já que no abatedouro em estudo vai dos meses de junho à maio do ano subsequente. Além disso, o período de junho coincidiu com o início de operação do 3º turno da unidade fabril.

→ Central de Incubação:

Por uma questão de barreira sanitária, a Central de Incubação está localizada do outro lado do município e é responsável pelo recebimento dos ovos das granjas de matrizes, incubação dos mesmos e fornecimento dos pintinhos de um dia para as granjas de frango vivo.

O resíduo orgânico ali gerado compreende cascas de ovos, ovos não eclodidos, penugens e pintos não conformes. A Tabela 9 mostra a geração do resíduo orgânico do incubatório bem como a média:

	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Resíduos C.I. (t)	82,64	118,26	102,51	97,48	119,41	104,06
Nº Viagens/mês	21	37	33	31	39	36

Tabela 09: *Geração dos resíduos da Central de Incubação*

Atualmente, os resíduos da Central de Incubação estão sendo dispostos em aterro industrial, numa frequência diária de 8 a 9 vezes por semana (36 viagens/mês), e numa média diária de 4 t/dia.

Sabendo que cada viagem até o local de disposição tem um custo fixo de R\$ 300,00 e disposição de cada tonelada custa R\$ 75,00, temos:

O custo médio mensal com resíduos da Central de Incubação (Cm R.C.I.) é :

$$\text{Cm R.C.I.} = (\text{Média} * \text{Custo Aterro/t}) + (\text{Viagens/mês} * \text{Custo Frete})$$

$$\text{Cm R.C.I.} = (104,06 * 75,00) + (36 \text{ viagens} * 300,00)$$

$$\text{Cm R.C.I.} = \text{R\$ } 18.604,50$$

→ Resíduos do Restaurante:

Os resíduos do restaurante por sua vez são compostos de restos de comida, cascas de frutas, verduras e legumes não aproveitados, etc. A tabela 10 mostra a geração dos mesmos nos últimos 5 meses, bem como a média aritmética.

	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Resíduos Restaurante (t)	18,63	18,95	19,88	17,79	16,55	18,36
Nº de Viagens / mês	-	-	11	12	11	12

Tabela 10: *Geração dos resíduos do restaurante.*

Eles também são dispostos em aterro 3 vezes por semana (12 viagens/mês) e o custo médio mensal é:

O custo médio mensal com resíduos do restaurante (Cm R.R.) é :

$\text{Cm R.R.} = (\text{Média} * \text{Custo Aterro/ton}) + (\text{Viagens/mês} * \text{Custo Frete})$

$\text{Cm R.R.} = (18,36 * 75,00) + (12 \text{ viagens} * 300,00)$

$\text{Cm R.R.} = \text{R\$ } 4.977,00$

→ Lodo do Flotador (borra):

O lodo do flotador é originado na etapa de tratamento de efluentes do abatedouro. Toda a água proveniente da linha vermelha (presença de sangue) passa por um tanque de equalização e posteriormente recebe produtos químicos. Em seguida passa pelo flotador, onde o material menos denso que a água sobe à superfície e é separado por raspadores superficiais, conforme figura 4.



Figura 4: sistema de tratamento físico químico (Flotador)

Em seguida, o material coletado superficialmente é encaminhado para uma centrífuga trifásica onde obtém-se uma fração de óleo, que é vendido, outra de lodo do flotador e a parcerla líquida retorna para o flotador. Gera-se uma média de uma caçamba de 5 t por dia e os resultados dos últimos 5 meses podem ser vistos na Tabela 11, a seguir:

	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Lodo do Flotador (t)	72,55	95,49	58,73	129,62	157,49	102,77
Nº Viagens / mês	11	19	11	24	31	26

Tabela 11: *Geração mensal de Lodo do Flotador, em Toneladas*

O custo médio mensal com lodo do flotador (Cm L.F.) é :

$$\text{Cm L.F.} = (\text{Média} * \text{Custo Aterro/ton}) + (\text{Viagens/mês} * \text{Custo Frete})$$

$$\text{Cm L.F.} = (102,77 * 75,00) + (26 \text{ viagens} * 300,00)$$

$$\text{Cm L.F.} = \text{R\$ } 15.507,75$$

→ Resíduos de Varrição – Fábrica de Rações:

A fábrica de rações está instalada ao lado do abatedouro de aves e tem a finalidade de produzir toda a ração que é fornecida para os granjeiros, tanto de frangos de corte, como das granjas de matrizes.

O resíduo orgânico provém da varrição do material particulado que acaba sendo gerado no manuseio das matérias primas, bem como durante o carregamento dos caminhões de rações.

A Tabela 12 mostra a geração durante os últimos 5 meses de atividade fabril, bem como a média aritmética:

	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Resíduos Varrição (t)	14,58	12,3	12,85	18,82	21,53	16,01
Nº viagens / mês	2	4	5	8	9	6

Tabela 12 : *Geração de Resíduos de Varrição na Fábrica de Rações, em Toneladas*

O custo médio mensal com Resíduos de Varrição (Cm R.F.R) é :

$$\text{Cm R.F.R.} = (\text{Média} * \text{Custo Aterro/ton}) + (\text{Viagens/mês} * \text{Custo Frete})$$

$$\text{Cm R.F.R.} = (16,01 * 75,00) + (6 \text{ viagens} * 300,00)$$

$$\text{Cm R.F.R.} = \text{R\$ } 3.000,75$$

→ Resíduos da Linha Verde

Conforme já mencionado, a linha verde compreende os efluentes sem a presença de sangue, ou seja, são aqueles originários da área de recepção das aves, bem como lavagem de pátios e caminhões. São compostos por penas, fezes, capim, papel, e efluentes proveniente dos banheiros.

A frequência média de disposição de tal resíduo é de 8 viagens ao mês e a Tabela 13, a seguir, mostra a média em toneladas dos últimos 5 meses:

	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Resíduos Linha Verde (ton)	38,45	33,27	19,31	26,62	35,1	30,55
Nº Viagens / mês	9	8	5	7	9	8

Tabela 13: *Geração dos Resíduos da Linha Verde*

O custo médio mensal com Resíduos da Linha Verde (Cm R.L.V.) é :

$\text{Cm R.L.V.} = (\text{Média} * \text{Custo Aterro/ton}) + (\text{Viagens/mês} * \text{Custo Frete})$

$\text{Cm R.L.V.} = (30,55 * 75,00) + (8 \text{ viagens} * 300,00)$

$\text{Cm R.L.V.} = \text{R\$ } 4.691,25$

4.2.2. Custo Total com resíduos

A Tabela 14, abaixo, mostra o resumo da geração dos resíduos que farão parte do projeto de reaproveitamento de resíduos orgânicos:

Tipo de Resíduos	Média 2008 (t)	Nº Viagens (mês)	Custo Frete (R\$/mês)	Custo disposição (R\$/mês)
Resíduos Incubatório	104,05	36 (8 a 9 / sem x 4)	10.800	7.804,50
Resíduos Restaurante	18,36	12 (3 / sem x 4)	3.600	1.377
Resíduo do Flotador	102,77	26 (1 caçamba /dia)	7.800	7.707,75
Resíduo Varrição (F.R.)	16,01	6	1.800	1.200,75
Resíduo Linha Verde	30,55	8 (1 a 2 vezes/sem)	2.400	2.291,25
		Soma:	R\$ 26.400,00	R\$ 20.381,25

Tabela 14: *Resumo dos resíduos que farão parte do projeto*

O custo total de resíduos incluindo transporte e disposição é calculado como:

$\text{Custo Total} = \text{Custo Frete} + \text{Custo Disposição}$

Logo, o Custo Total = 26.400,00 + 20.381,25

Assim: Custo total mensal = R\$ 46.781,25

4.2.3. Desenvolvimento do projeto

Primeiramente foi formada a equipe que será envolvida nesse projeto. Em um segundo momento, será feito um estudo detalhado da composição em macro e micro nutrientes de cada resíduo orgânico através da equipe do laboratório físico-químico e microbiológico da empresa. Os profissionais internos analisarão cada composto, detalhando o percentual de gordura, sais minerais, proteína, umidade, microorganismos patogênicos dentre outros a serem definidos posteriormente. As análises que não estiverem ao alcance da equipe, seja por falta de equipamentos ou conhecimento técnico, serão encaminhadas para um laboratório externo especializado para tal.

Paralelamente a isso, será desenvolvido um piloto com a finalidade de processar os resíduos em quantidades para que se comprove primeiro a viabilidade do composto antes da implantação do processamento em escala industrial.

De posse do composto, será contratada uma empresa especializada que ficará responsável pela análise agrônômica e testes pertinentes, utilizando por exemplo, uma área testemunha para aplicação do composto.

Se em escala piloto o projeto apresentar-se economicamente e tecnicamente viável, a próxima etapa será partir para a escala industrial. A idéia é processar esses resíduos em um digestor (vide Figura 5) que encontra-se desativado no pátio da empresa, o que reduziria muito os custos iniciais do projeto, já que um digestor custa em média cerca de 150 mil reais.



Figura 5: Digestor para processamento dos resíduos orgânicos

Os custos com investimento no projeto, ou seja, construção civil, equipamentos complementares, rede de vapor, água, instalações elétricas, etc, foram pesquisados e estimados na Tabela 15, logo a seguir.

Sistema	Estimativa de Custo (R\$)
Custo com projeto agrônômico	15.000,00
Moega de recebimento	3.000,00
Moega de descarga	3.000,00
Construção civil – Base	2.500,00
Construção civil – Piso	2.500,00
Construção civil – Telhado	10.000,00
Silo para armazenamento	10.000,00
Reforma e instalação do digestor	20.000,00
Triturador	4.000,00
Roscas transportadoras (2)	3.000,00
Licenciamento ambiental	3.000,00
Captação de gases	2.000,00
Instalação elétrica	2.000,00
Motor para movimentar o digestor (40 Cv)	10.000,00
Motor roscas transportadoras (1 Cv)	1.000,00
Total:	91.000,00

Tabela 15: Estimativas de custos com o investimento no projeto.

4.2.4. Custo Futuro com Operação do Sistema

O custo mensal com a operação do sistema também foi estimado e encontra-se discriminado na tabela 16 abaixo.

Sistema	Estimativa de Custo (R\$)
Operadores (3)	3.000,00
Energia elétrica - motor da rosca	500,00
Energia elétrica - motor moinho	2.000,00
Consumo de vapor	3.500,00
Transporte de resíduos C.I., F.R. e Rest.	3.000,00
Total:	12.000,00

Tabela 16: Estimativa de Custo com a operação do sistema

Se o projeto der certo, o custo mensal com operação do sistema será de R\$ 12.000,00, muito abaixo dos 46 mil reais gastos atualmente com transporte e disposição de resíduos orgânicos. Sendo assim, teremos uma economia mensal de:
Economia mensal = 46.000 – 12.000 → Economia mensal = 34.000,00

Não levando em consideração uma possível taxa de juros, o período de retorno do investimento seria:

$$\text{Período retorno} = \frac{\text{Custo implantação projeto}}{\text{Economia mensal}} = \frac{91.000,00}{34.000,00} = 2,67 \text{ meses} \approx 3 \text{ meses}$$

4.2.5. Destinação e oportunidades de redução na fonte

A idéia do projeto é a venda desse composto para que os agricultores possam utilizar como adubo orgânico na agricultura, ou ainda, vender para indústrias do segmento de ração animal. Se de início não despertar valor comercial, a empresa pode doar ou dispor em aterros, sendo que o custo de disposição será bem menor. Se houver interesse comercial, o custo de operação tenderá a zero e a empresa futuramente poderá lucrar.

Porém, paralelamente à isso, é necessário uma tentativa de redução na fonte, visando aplicar o conceito de PmaisL na organização. Algumas medidas podem ser tomadas visando isso:

- *Resíduos do Restaurante:*

No abatedouro, o serviço de alimentação é terceirizado. No mês de setembro, a empresa iniciou uma campanha visando diminuir o desperdício de comida por parte dos colaboradores. Cada um recebia um cartãozinho com um lugar para ser carimbado ao final de cada refeição, caso a bandeja não contivesse desperdício. Quando o cartão foi preenchido com todos os carimbos, a empresa sorteou alguns brindes (eletrodomésticos) entre os participantes. Tal medida conseguiu reduzir em mais de uma tonelada a geração de tal tipo de resíduo, conforme pode ser visto na Tabela 10 - geração de resíduos (página 35).

- *Lodo do flotador:*

O flotador deve receber a dosagem correta de produtos químicos, visando otimizar o seu uso, bem como receber somente a vazão para a qual está dimensionado. A centrífuga também é outro ponto que merece ter seu desempenho avaliado.

- *Resíduos Varrição da Fábrica de Rações:*

As matérias-primas devem ser manuseadas corretamente com os devidos cuidados visando a sua não contaminação bem como os produtos finais (rações).

- *Resíduos Central de Incubação:*

Os colaboradores devem receber treinamento visando manusear os ovos corretamente, bem como descartar os pintos mal formados apenas quando realmente necessário.

5. PROJETO DE SEPARAÇÃO DAS LINHAS DE EFLUENTES

Entre outras oportunidades de Produção Mais Limpa passíveis de implantação no abatedouro em estudo, está a separação dos efluentes em duas linhas distintas: a linha verde e a linha vermelha.

Conforme já mencionado, a linha verde compreende os efluentes que não possuem a presença de sangue, ou seja, são as águas residuárias das áreas de recepção de aves, lavagem de pátios e caminhões, bem como lavagem das gaiolas onde os frangos são transportados das granjas até o abatedouro. Por outro lado, a

linha vermelha compreende as águas residuárias que tem a presença de sangue, sendo oriundas de várias áreas do processo.

No presente estudo de caso, a separação dos efluentes começou a ser implantada em abril de 2.008. O projeto teve por objetivo a adequação do sistema de tratamento de efluentes da unidade, de modo a comportar a ampliação do abate. Apresentaremos, portanto, a comparação entre o cenário antigo e o cenário atual, mostrando quais foram os ganhos com tal mudança.

5.1 Situação anterior à separação das linhas:

5.1.1. Tratamento primário

Composto por um sistema de equalização com 2 tanques, bombas de recalque, dosadores de produtos químicos e flotador. O flotador tem capacidade para o tratamento de 100 m³/h, e opera com coagulante orgânico, um polímero aniônico e um polímero catiônico de alto peso molecular. A borra gerada pelo sistema é processada em centrífuga tri-decanter, gerando água, sólidos e óleo. A água retorna para o tanque de equalização, o óleo é vendido, e o sólido é disposto em aterro sanitário.

O tratamento primário tem eficiência que varia de 70 a 80% aproximadamente, dependendo de fatores como operação, qualidade do efluente bruto entre outros interferentes.

5.1.2. Tratamento secundário

Composto por quatro lagoas sendo a primeira anaeróbica, a segunda aerada, a terceira de polimento e a quarta aerada. Entre a terceira e a quarta lagoa existe um filtro biológico.

Lagoa Nº 1

$$\text{Área ocupada} = 7.012 \text{ m}^2$$

$$\text{Profundidade} = 4,9 \text{ m}$$

$$\text{Capacidade} = 22050 \text{ m}^3$$

$$\text{Tempo de retenção} = 6,3 \text{ dias}$$

Esta lagoa foi projetada para trabalhar em anaerobiose pelo seu grande tempo de retenção e profundidade.

Lagoa Nº 2

$$\text{Área ocupada} = 1.700 \text{ m}^2$$

$$\text{Profundidade} = 4,9 \text{ m}$$

$$\text{Capacidade} = 4.200 \text{ m}^3$$

$$\text{Tempo de retenção} = 1,2 \text{ dias}$$

Esta lagoa é aerada e possuía 4 aeradores, dois de fluxo ascendente e dois de fluxo descendente, sendo que operavam de modo a manter um residual de oxigênio dissolvido variando 1 a 4 mg/l.

Lagoa N° 3

Área ocupada = 3.000 m²;

Profundidade = 2,9 m

Capacidade = 8.000 m³

Tempo de detenção = 2,28 dias

Lagoa de polimento que tem a finalidade de permitir a penetração da luz solar, propiciando a proliferação de algas e fitoplâncton. Como não existe um decantador entre a 2ª e a 3ª lagoa o lodo biológico gerado durante a aeração era depositado no fundo da 3ª lagoa onde entrava em anaerobiose era flotado realimentando o sistema com DBO e DQO.

Filtro biológico

Equipamento composto por duas caixas de fibra de vidro recheadas de pedra brita que fazem a filtragem do lodo grosseiro e de parte das algas. Este equipamento operava com capacidade de remoção de DBO ao redor de 10%.

Lagoa N° 4

Área ocupada = 900 m²

Profundidade = 2,5 m

Capacidade = 1.800 m³

Tempo de detenção = 0,51 dias

Lagoa de polimento que tem a finalidade de permitir a penetração da luz solar, propiciando a proliferação de algas e fitoplâncton.

Esta lagoa possui 3 aeradores superficiais para que se mantenha o nível de O₂, mesmo à noite quando as algas não fazem fotossíntese.

A Figura 6, a seguir, representa o sistema antigo de tratamento de efluentes, com as respectivas eficiências.

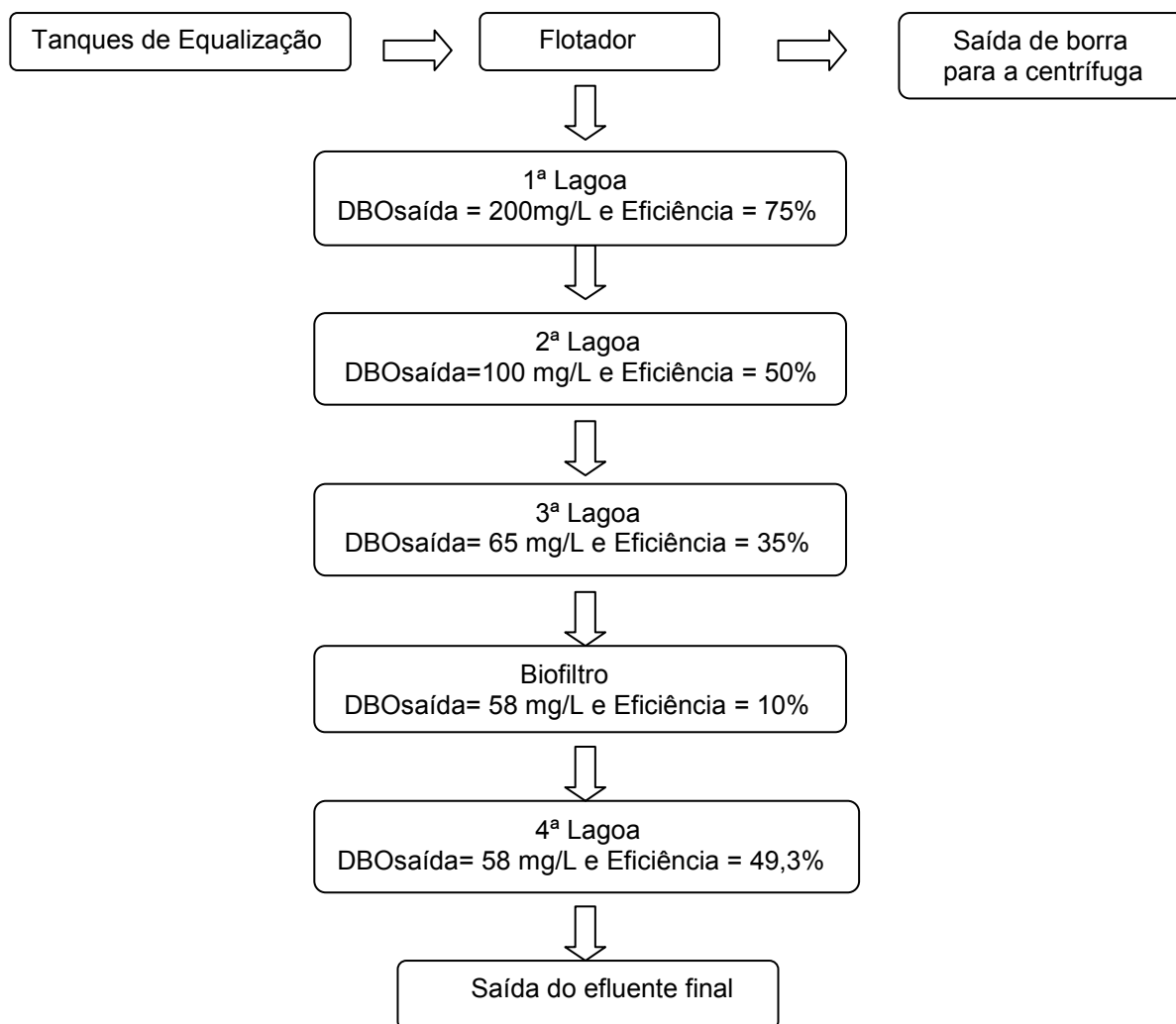


Figura 06: Fluxograma representativo da situação anterior às modificações

5.2 Situação com a separação das linhas:

5.2.1. Tratamento físico-químico

O tratamento físico químico foi mantido inalterado, uma vez que a vazão horária de efluente é inferior à sua capacidade.

Foi feito um levantamento de todos os pontos de consumo de água juntamente com a quantificação das suas respectivas cargas (Tabela 17)

Tabela 17: MAPEAMENTO DOS PONTOS DE GERAÇÃO DE EFLUENTES DO ABATEDOURO COM A QUANTIFICAÇÃO DAS CARGAS

	PONTO	DQO (mg/l)	pH	GERAÇÃO (m ³ /dia)	CARGA DQO (kg/dia)
GALPÃO DE ESPERA					
Canaleta	1	1190	7,00	160,04	190,45
RECEPÇÃO DE AVES					
Canaleta	2	1170	7,50	117,78	137,80
ESCALDAGEM					
Chuveiro saída escaldagem	3	25	7,00	17,00	0,43
Chiller escaldador de pés	4	586	7,00	58,14	34,07
Escaldador	5	4520	7,00	38,34	173,30
EVISCERAÇÃO					
Canaleta pulmão ext. miúdos	8	2210	7,00	48,96	108,20
Canaleta retirada fígado	9	6870	7,50	20,40	140,15
Canaleta de retirada de coração	10	1880	7,00	8,74	16,43
Desengordurador de moelas	11	5070	7,00	13,60	68,95
Máquina de moelas	12	4250	7,00	183,60	780,30
Chuveiro final	14	484	7,00	208,00	100,67
SALA DE CORTES					
Lavador de esteiras	15	108	7,00	44,06	4,76
CMS					
Maquina de pescoço	16	17980	7,50	12,24	220,08
PRÉ-RESFRIAMENTO DE MIÚDOS					
Chiller de moela	17	352	7,50	9,99	3,52
Chiller de coração	18	372	7,00	6,78	2,52
Chiller de fígado	19	1560	7,50	13,78	21,50
Chiller de pés	21	122	7,50	24,49	2,99
PRÉ-RESFRIAMENTO DE CARCAÇAS					
Chiller de aproveitamento Parcial	22	210	7,50	29,34	6,16
Chiller 1	23	420	7,00	82,39	34,60
Chiller 2	24	677	7,00	91,13	61,70
Pré-chiller	25	836	7,00	172,41	144,13
LAVA CAIXAS					
Máquina de lavar caixas	26	263	7,50	25,20	6,63
Fábrica de Farinha e Óleo / CALDEIRA					
Efluente peneira vísceras	27	21540	7,00	255,00	5492,70
EFLUENTE ALTA CARGA (1)				594,66	7021,60
EFLUENTE BAIXA CARGA (2)				1046,75	730,42

1 - Efluente com DQO > 800 mg/l

2 - Efluente com DQO < 800 mg/l, desviado do tratamento físico-químico.

Com a conclusão deste estudo foi evidenciado que em vários pontos de consumo de água os efluentes gerados tinham carga de DQO menor que 800 mg/l, que é a média histórica da DQO na saída do tratamento físico químico.

Com isto, foi possível segregar todos os efluentes que possuem $DQO < 800$ mg/l e direcioná-los para a linha verde, reduzindo a vazão a ser tratada físico-quimicamente que era de 100 a 120 m³/h para cerca de 70 a 80 m³/h, o que permitiu um melhor desempenho do flotador e um menor consumo de produtos químicos.

Os efluentes que foram direcionados diretamente para a linha verde foram: chuveiro de carcaça, chiller 1, chiller 2, todos os chillers de miúdos, além da máquina de lavar caixas.

Também foi instalado um sistema a vácuo para transporte dos resíduos do abatedouro para a fábrica de farinhas e óleo. Com isso foi possível reduzir a água para o transporte dos resíduos da máquina de CMS (carne mecanicamente separada), ossos da coxa e resíduos do setor de evisceração.

5.2.2. Tratamento Secundário

Lagoa N° 1

A lagoa N° 1 não sofreu alterações uma vez que a mesma já está dimensionada para a nova condição de trabalho.

Lagoa N° 2

Esta lagoa recebeu dois novos aeradores marca HIGRA, modelo ASP 12,5 cv, passando de 5 para 7 aeradores com uma potência instalada de 100 cv, com este incremento a capacidade de aeração foi ampliada em cerca de 31 %.

Lagoa N° 3

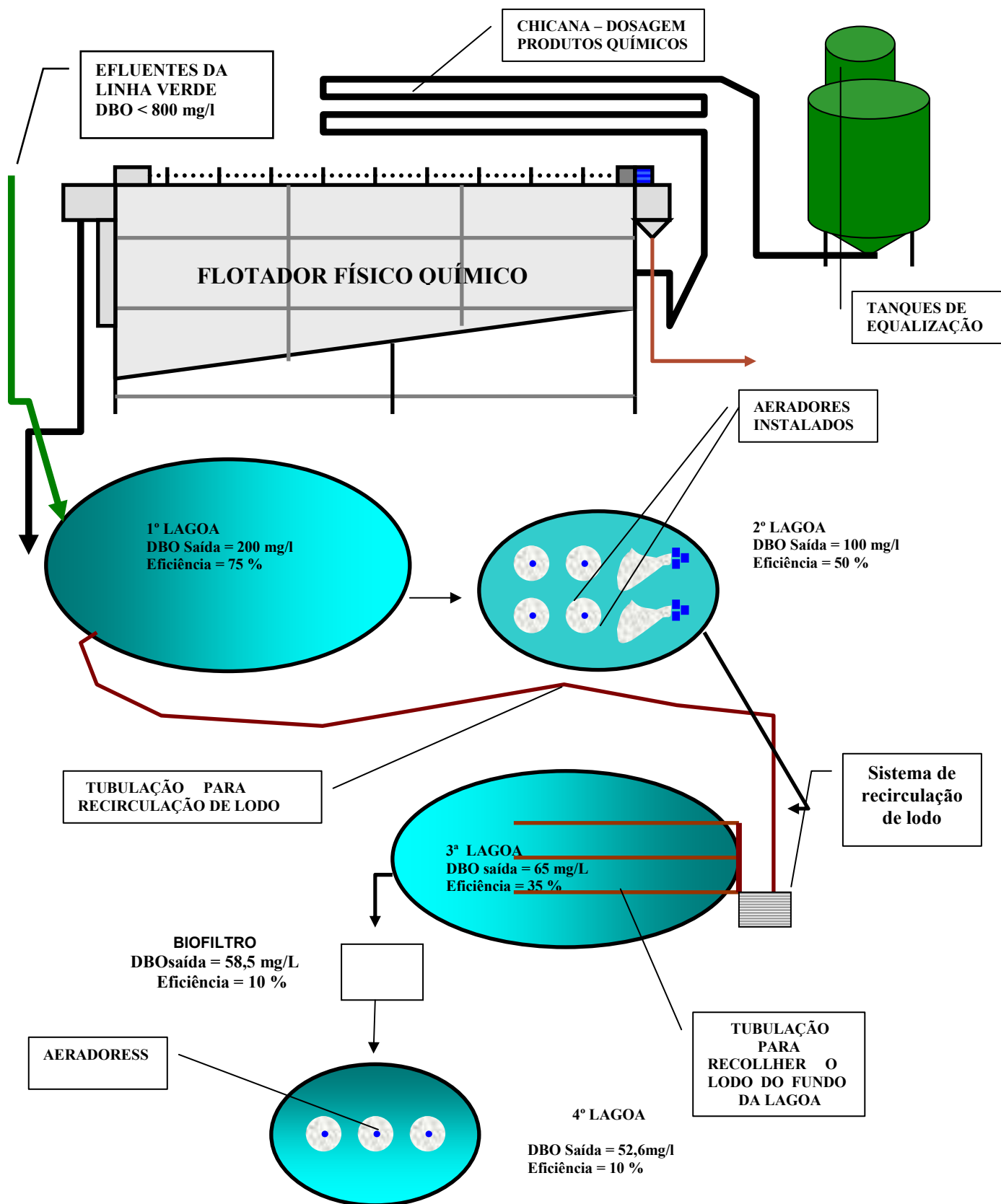
Esta lagoa recebeu um sistema de drenagem do lodo biológico formado na segunda lagoa (lagoa aerada), sendo que o mesmo será bombeado de volta para a primeira lagoa a qual trabalha em anaerobiose e possui uma grande capacidade de depuração (foto 2,3) (desenho 4). Foram instalados 3 drenos no fundo da lagoa 3 acoplados a uma bomba centrífuga com capacidade de bombeamento de 120 m³/h, o equipamento de bombeamento é controlado por uma CLP de modo que seja possível programar o seu acionamento de acordo com a decantação do lodo.

Lagoa N° 4

A Lagoa n° 4 não sofreu alterações em sua concepção.

Sendo assim, a figura 9, a seguir, mostra as principais mudanças que ocorreram:

Figura 7: SISTEMA DE TRATAMENTO IMPLANTADO



5.3 Investimento

Como todo projeto, a separação dos efluentes do abatedouro em duas linhas distintas, demandou alguns investimentos necessários para se concretizar a idéia. Os custos estão discriminados na Tabela 18:

SISTEMA	ESTIMATIVA DE CUSTO R\$
Tubulação para desvio das águas com DQO < 800 mg/l	17.000,00
Aeradores potência 12,5 CV (2 peças)	39.000,00
Instalação dos aeradores	9.000,00
Bomba de recirculação de lodo	17.650,00
Tubulação para recirculação de lodo	45.027,00
Mão de obra para instalação da tubulação rec. lodo	18.500,00
Casa de bomba	7.500,00
Instalação elétrica bomba de lodo	11.280,00
Sistema de chute a seco	205.757,80
Total	370.714,80

Tabela 18 : Custos com o projeto de separação do efluente do abatedouro

5.4 Resultados:

5.4.1. Custos com tratamento de efluentes

Com a implantação do novo sistema houve uma redução do custo em função da redução do volume de efluentes a ser tratado no sistema físico-químico (Figura 10)

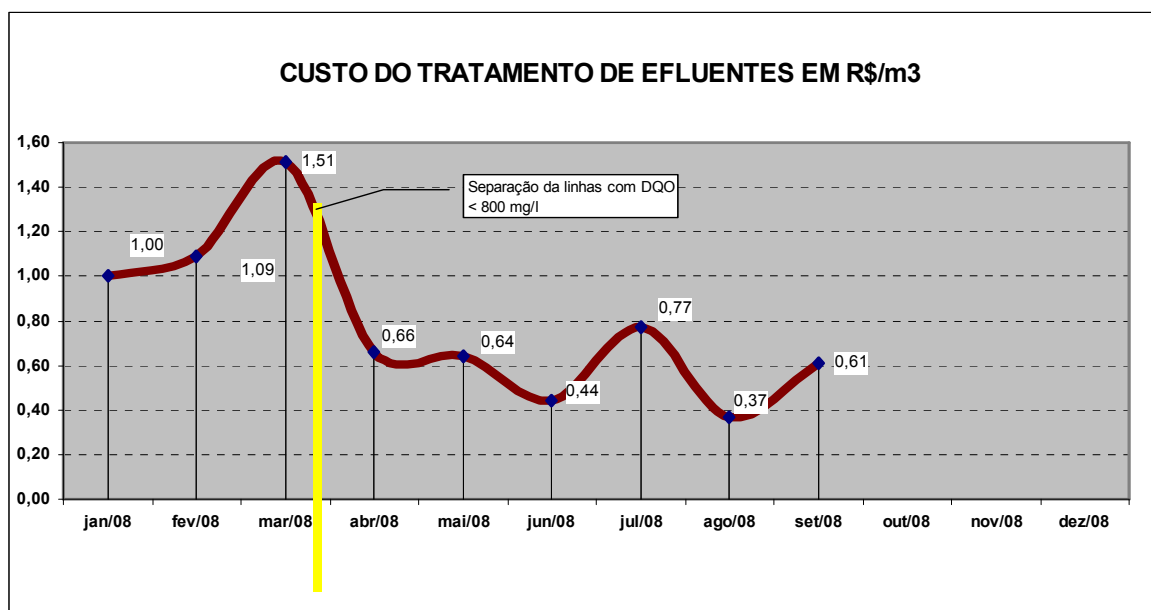


Figura 8: Custo do tratamento de efluentes do abatedouro (R\$/m³)

Com a implantação do projeto, o custo do tratamento de efluentes foi reduzido de R\$ 1,20 para R\$ 0,58/m³ (valor médio), ou seja, uma economia de R\$ 0,62/m³ de efluente tratado.

5.4.2. Eficiência do sistema

Com a separação das linhas e início da recirculação do lodo da lagoa 3, houve uma melhora substancial do desempenho do sistema quanto ao parâmetro DBO (Figura 11). Mesmo com um aumento da ordem de 30% do efluente a ser tratado, com a implantação do terceiro turno, a carga orgânica do efluente final ainda foi reduzida em 16,8 %, conforme pode ser visto no Figura 9.

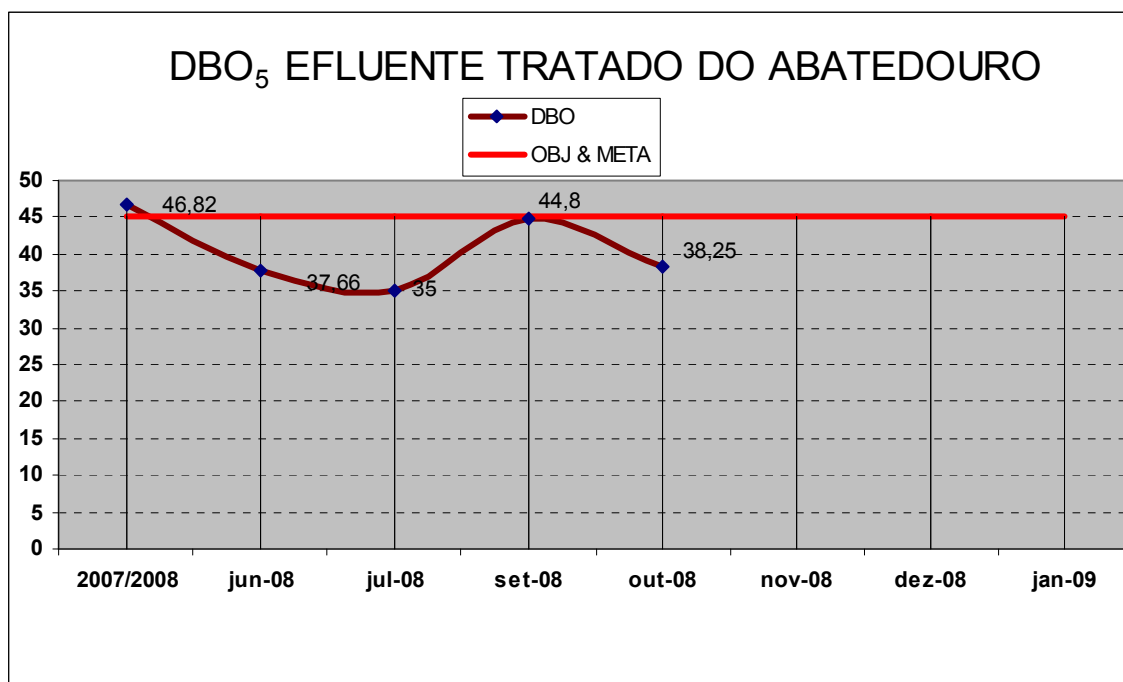


Figura 9: DBO₅ do efluente tratado do abatedouro

5.4.3 Comparativo Antes x Depois

A Tabela 19, a seguir, mostra um comparativo da situação anterior à modificação do tratamento e a situação atual. O que mais chama a atenção é o rápido retorno do investimento, aproximadamente 6 meses, demonstrando que a separação das linhas além de não ser algo de difícil execução, apresenta ganhos econômicos e ambientais.

ITEM	ANTES DA IMPLANTAÇÃO PROJETO	APÓS IMPLANTAÇÃO DO PROJETO E DO 3º T
Custo de tratamento (R\$/m³)	1,20	0,58
Volume eflue. tratado (m³/mês)	72.000	101.500
Redução do custo de tratamento (R\$/m³)	0,00	0,62
Redução do custo total com a implantação do projeto (R\$/mês)	0,00	62.930,00
Valor investido (R\$)	0,00	370.714,80
Retorno do investimento (meses)	0,00	5,8

Tabela 19: Comparativo da situação anterior e situação atual

6. OUTRAS OPORTUNIDADES DE MELHORIAS NO SISTEMA

6.1 Redução do consumo de energia elétrica

O local conhecido por Área de Recebimento de Aves possui um total de 5 galpões de espera, onde os frangos permanecem um determinado tempo, na tentativa de amenizar o calor e eliminar o stress da viagem. O local possui vários ventiladores e aspersores de água, os quais tem por função aliviar o calor, conforme podemos constatar na Figura 10



Figura 10: Sistema de ventilação e aspersão de água.

O problema é que por um descuido por parte dos colaboradores, os equipamentos permanecem ligados (acionamento manual) mesmo quando não há a presença de caminhões.

A solução, visando contribuir para uma redução do consumo de energia, seria a

instalação de sensores que controlem o acionamento dos ventiladores e, se possível, também o acionamento dos aspersores de água.

6.2 Cobertura da Lagoa 1

A primeira lagoa que compõe o sistema de tratamento dos efluentes do abatedouro recebe as águas oriundas das linhas verde e vermelha. Devido à sua grande profundidade, cerca de 4,90 m, ela foi projetada para trabalhar como lagoa anaeróbia, porém na prática está trabalhando como lagoa facultativa. O problema encontrado, são os maus odores produzidos devido à atividade microbiana em anaerobiose. As mercaptanas acabam por atingir uma grande área de influência, sendo facilmente percebidas nas redondezas da empresa.

A idéia, visando uma produção mais limpa, é desenvolver um projeto de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) com a finalidade de cobrir a lagoa e sequestrar o metano gerado ali, além da eliminação dos maus odores que acabam sendo produzidos.

Primeiramente, o metano (CH_4) apenas seria queimado visando convertê-lo em gás carbônico, diminuindo a poluição atmosférica, já que o metano é 21 vezes mais poluente que o gás carbônico (CO_2).

Futuramente, esse gás poderia ainda ser aproveitado como matriz energética e a água de chuva, que seria captada pelos drenos existentes sobre a manta geotêxtil, também poderia ser utilizada em algum fim dentro do abatedouro.

6.3 Lavador de gases

A empresa possui uma caldeira com capacidade de gerar 10 kgf/cm², que fornece vapor d'água para as várias atividades que demandam tal insumo, por exemplo, etapa de escaldagem.

Além disso, no local da Fábrica de Farinha e Óleos, temos a presença de uma fornalha responsável pelo fornecimento de calor para o secador da farinha de Penas/Sangue. Embora ambos estejam com suas emissões atmosféricas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, um estudo poderia ser feito no sentido de aumentar essa eficiência de tratamento de gases, com a instalação de um lavador de gases nos dois locais supracitados. O lavador de gases é um equipamento capaz de coletar partículas com diâmetros bem menores do que as coletadas pelo atual sistema instalado (ciclone), aumentando assim a eficiência do tratamento dos poluentes atmosféricos.

7. CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES

Podemos dizer que quase todas as oportunidades de Produção Mais Limpa, passíveis de implementação no abatedouro que foi objeto de estudo, apresentaram-se técnica, economicamente e ambientalmente viáveis. Uma delas, a referente aos efluentes do abatedouro, foi concretizada e encontra-se em fase de monitoramento e avaliação dos resultados, conseguindo cumprir com todas as etapas recomendadas pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas.

Além disso, a comparação entre os dois cenários, com e sem a adoção ao programa, serviu como ponto primordial para demonstrar e avaliar os ganhos que ocorrem com a adoção de simples medidas, medidas essas que muitas vezes minimizam e muito os impactos adversos ao meio ambiente. Os valores, quando defrontados, mostram que mudanças significativas ocorrem, e muitas vezes o período de retorno do investimento é muito pequeno.

Particularmente, falando da mudança no sistema de tratamento dos efluentes da empresa, é bom ainda lembrar o ganho no tocante à produção de lodo, já que o sistema de recirculação eliminou por um longo período a necessidade de descarte do lodo e de construção de um leito de secagem.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e também foram atingidos os objetivos esperados. A empresa apresentou muitas outras oportunidades onde pode haver um estudo visando a implantação de técnicas de PmaisL, porém, devido ao pequeno espaço de tempo para o estudo de caso, elas acabaram não sendo abordadas. Recomenda-se a continuidade do estudo dessas oportunidades, aplicando todas as etapas pertinentes para o bom desempenho do programa.

Finalizando, podemos dizer que a adoção a um programa de Produção Mais Limpa, após o levantamento e seleção de oportunidades, apresentou-se como uma alternativa interessante para as indústrias frigoríficas, já que os impactos ambientais podem ser minimizados quando a empresa é pensada como um todo. Além disso, a preferência pelas técnicas de P+L ao invés das técnicas de fim de tudo faz com que a empresa não perca o padrão de competitividade, pelo contrário, aumenta seu poder de disputa no mercado e faz com que ela economize. Também há uma melhora substancial no relacionamento com os órgãos ambientais de fiscalização, controle e comunidade ao redor.

8. GLOSSÁRIO

***Auditoria Ambiental:** Processo sistemático e documentado de verificação, executado para obter e avaliar, de forma objetiva, evidências de auditoria para determinar se as atividades, eventos, sistemas de gestão e condições ambientais especificados, ou as informações relacionadas a estes estão em conformidade com os critérios de auditoria, e para comunicar os resultados deste processo ao cliente.

***Avaliação de Produção mais Limpa** Procedimento usado para examinar processos de produção industrial, matérias-primas e também produtos para identificação de possíveis melhorias, e estimativa dos ganhos econômicos que podem ser obtidos.

***Melhoria Contínua:** Processo de aprimoramento do sistema de gestão ambiental, visando atingir melhorias no desempenho ambiental global de acordo com a política ambiental da organização.

***Padrões de Emissão** Conjunto de parâmetros e respectivos limites, como a temperatura e a concentração de determinadas substâncias que devem ser atendidos pelos efluentes lançados, direta ou indiretamente no meio ambiente, para não

prejudicar a sua qualidade. As unidades são geralmente expressas em mg/l para efluentes líquidos, mg/m³ para emissões atmosféricas e m³ para resíduos sólidos.

***Técnicas fim de tubo:** São ações que apenas ajudam a diminuir o impacto ambiental de determinados resíduos, ao dar-lhes tratamento. Portanto, o Fim de Tubo só é válido para tratar aqueles resíduos que não puderam ser evitados no processo, sendo considerado uma alternativa de remediação, enquanto a Produção Mais Limpa é uma proposta de solução.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CETESB, Manual para Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, São Paulo, 2002, 4ª edição, 16p.

CNTL. Implementação de Programas de Produção Mais Limpa. Centro Nacional de Tecnologias Limpas, SENAI-RS, Porto Alegre, 2.003a, 42 p. Disponível em: www.senairs.br/cntl

CNTL. Princípios Básicos de Produção Mais Limpa em Matadouros Frigoríficos. Centro Nacional de Tecnologias Limpas, SENAI-RS, Porto Alegre, 2.003b, 59p. Disponível em: www.senairs.br/cntl

CNTL. Sistema de Gestão Ambiental e Produção Mais Limpa. Centro Nacional de Tecnologias Limpas, SENAI-RS, Porto Alegre, 2.003c, 43 p. (Série Manuais de Produção Mais Limpa. Disponível em www.senairs.br/cntl

COTTA, Tadeu. Frangos de Corte: Criação, Abate e Comercialização. Viçosa, MG, Editora Aprenda Fácil, 2.003, 238p.

FACTA, Abate e processamento de frangos, Campinas, SP: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Coleção FACTA, 2ª Edição, 1.994, 150p.

NUNES, José A. Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais. Aracaju/SE, Editora J. Andrade, 2ª edição revista e complementada, 1.996, p. 81-140.

VON SPERLING, M. Lagoas de Estabilização. Belo Horizonte: Dpto de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFGM, 2.000a.

VON SPERLING, M. Lodos Ativados. Belo Horizonte: Dpto de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFGM, 2.000b.

YIN, Robert K. Applications of Case Study Research. California/EUA, Editora Sage Publications, Inc. Volume 34, p.1-41.